

**ANÁLISIS DE LA VARIABILIDAD DE LAS ESPECIFICACIONES EN LOS
PRODUCTOS DE INYECCIÓN Y SOPLADO DE LA EMPRESA OTORGO LTDA**

**PAOLA ANDREA ORJUELA JIMENEZ
XIMENA ROCIO MONSALVE CAMPO**

**UNIVERSIDAD AUTONOMA DE OCCIDENTE
FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO DE SISTEMA DE PRODUCCIÓN
PROGRAMA DE INGENIERIA INDUSTRIAL
SANTIAGO DE CALI
2006**

**ANÁLISIS DE LA VARIABILIDAD DE LAS ESPECIFICACIONES EN LOS
PRODUCTOS DE INYECCIÓN Y SOPLADO DE LA EMPRESA OTORGO LTDA**

**PAOLA ANDREA ORJUELA JIMENEZ
XIMENA ROCIO MONSALVE CAMPO**

Pasantía para optar al título de Ingeniero Industrial

**Director
JUAN CARLOS OTERO JARAMILLO
Ingeniero Mecánico**

**UNIVERSIDAD AUTONOMA DE OCCIDENTE
FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO DE SISTEMA DE PRODUCCIÓN
PROGRAMA DE INGENIERIA INDUSTRIAL
SANTIAGO DE CALI
2006**

Nota de aceptación:

Aprobado por el Comité de Grado en cumplimiento de los requisitos exigidos por la Universidad Autónoma de Occidente para optar el título de Ingeniero Industrial.

ING. GUSTAVO ADOLFO PAREDES ORTIZ
Jurado

Santiago de Cali, 24 de Enero de 2007

A mi madre Sonia Patricia Jiménez por su gran esfuerzo, apoyo, confianza, cariño y ayuda incondicional, ya que gracias a ella he podido salir adelante, cumplir mis metas y llegar a ser una persona de bien.

A la memoria de mi padre Jhonny Orjuela Rubio, que donde se encuentre este orgulloso de su hija.

A mi familia por que siempre han estado ahí, pendientes en que me pueden ayudar, para no decaer y continuar mi camino.

Muchas Gracias

Paola Andrea Orjuela Jiménez

A DIOS por ser mi guía en mi camino y la fuente de mi inspiración.

A mi madre, porque me enseñó a ser constante para alcanzar mis ideales.

A mi padre, que aunque ya no me acompaña fue el ejemplo a seguir en mi formación.

A mi esposo, por la paciencia durante este período de aprendizaje, porque fue quien siempre me animó para no decaer.

A mi hijo, por su comprensión y su amor.

A mis hermanos, por su apoyo incondicional en todo momento.

Muchas Gracias

Ximena Rocio Monsalve Campo

AGRADECIMIENTOS

De todo corazón agradecemos:

A él Ing. Juan Carlos Otero Jaramillo. Director de Pasantía.

Al personal de Otorgo Ltda.:

Claudia Zuley Orrego. Gerente Administrativa.

Sandra Inés Orrego. Gerente Operativa.

José Arquímedes Garcés. Supervisor de Planta.

Harold Antonio Torres. Supervisor de Planta.

Y a todo el personal operativo.

A nuestros profesores por brindarnos su conocimiento.

A todas aquellas personas que nos colaboraron en la ejecución de este proyecto.

CONTENIDO

	Pág.
GLOSARIO	16
RESUMEN	18
INTRODUCCIÓN	19
1. MARCOS	21
1.1. MARCO TEORICO DEL PROCESO DE INYECCION	21
1.1.1. La unidad de inyección	22
1.1.2. Unidad de cierre	24
1.1.3. Control de parámetros	25
1.1.3.1. Los parámetros más importantes para un proceso de inyección	26
1.1.4. Aspectos de la máquina de inyección	29
1.1.4.1. Capacidad de inyección	29
1.1.4.2. Capacidad de plastificación	30
1.1.4.3. Presión de inyección	30
1.1.4.4. Velocidad de inyección	30
1.1.4.5. Fuerza de cierre	30
1.2. MARCO TEORICO DEL PROCESO DE SOPLADO	31
1.2.1. El molde para soplado	32
1.2.2. Inflado por aire o líquido	32
1.2.3. Ventajas y restricciones	33
1.2.4. Aplicaciones	33
1.3. MARCO TEORICO DE LOS MATERIALES	34
1.3.1. Polímero	34
1.3.1.1. Polimerización y estructura	34
1.3.2. Polietileno	37
1.3.3. Propiedades de los materiales	38
1.3.3.1. Cristalización y deformación de la pieza al enfriarse (contracción)	38
1.3.3.2. Efectos de la cristalización	38
1.3.3.3. Temperatura de proceso	40
1.3.3.4. Polidispersidad	42
1.4. MARCO TEORICO DE CALIDAD	42
1.4.1. Concepto de calidad	42
1.4.2. Control de la calidad	43
1.4.3. Evolución de la calidad	43
1.5. MARCO REFERENCIAL	43
2. OBJETIVOS	47
2.1. OBJETIVO GENERAL	47
2.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS	47
3. RESULTADOS OBTENIDOS	48
3.1. ANÁLISIS DE LOS PRODUCTOS	48

3.1.1. Análisis para el gotero de 25 cc	48
3.1.1.1. Tolerancias gotero de 25 cc	68
3.1.2. Análisis para el gotero de 15 cc	69
3.1.2.1. Tolerancias gotero de 15 cc	90
3.1.3. Análisis para la tapa gotero de seguridad 12 mm	91
3.1.4. Análisis para el pitorro	107
3.2. CAUSAS DE LAS VARIACIONES DIMENSIONALES DE LOS PRODUCTOS	115
3.2.1. Tecnológicas	115
3.2.2. Gestión	117
3.2.2.1. Mantenimiento	117
3.2.2.2. Calidad	117
3.3. ACCIONES DE MEJORAMIENTO	118
4. CONCLUSIONES	120
5. RECOMENDACIONES	121
BIBLIOGRAFIA	123
ANEXOS	124

LISTAS DE LAS FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Localización de la producción manufacturera de plástico total en Colombia, 1997	20
Figura 2. Diseño genérico de la unidad de inyección	22
Figura 3. Zonas de un tornillo extrusor	23
Figura 4. Gráfica extrusora	24
Figura 5. Esquema de un molde	24
Figura 6. Llenado de molde por inyección	25
Figura 7. Líneas genéricas isobáricas de polímeros amorfos y semi-cristalinos en inyección	26
Figura 8. Al enfriarse, las partes inyectadas se contraen, siendo su volumen menor que el de la cavidad	26
Figura 9. Ciclo de inyección	27
Figura 10. Ciclo de extrusión soplado continuo	32
Figura 11. Unidades de poliestireno	34
Figura 12. Tácticidad de poliestireno, atáctico, sindiotáctico, isotáctico	34
Figura 13. Estructura molecular	35
Figura 14. Molécula del polímero	35
Figura 15. Polímero fundido sin flujo - Polímero fundido con dirección de flujo impuesto	36
Figura 16. Polímeros	37
Figura 17. Estructura química del polietileno, a veces representada sólo como $\{CH_2-CH_2\}_n$	37
Figura 18. Efecto del tiempo en la cristalización	39
Figura 19. Influencia de la cristalización en las propiedades del polímero	39
Figura 20. Doblamiento sobre si misma	40
Figura 21. Agrupación de moléculas en "Lamelas"	40
Figura 22. Formación de esferulitas	40
Figura 23. Efecto de la temperatura sobre un polímero amorfo – Temperatura de transición vítrea (Tg) - Temperatura de degradación (Tz)	41
Figura 24. Efecto de la temperatura sobre un polímero semi-cristalino - Temperatura de transición vítrea (Tf)	41
Figura 25. Dibujo gotero de 25 cc	49
Figura 26. Gráfica de las medidas tomadas al diámetro exterior de la rosca en el gotero de 25 cc	49
Figura 27. Gráfica de las medidas tomadas a la altura del filete en el gotero de 25 cc	50
Figura 28. Gráfica de las medidas tomadas al diámetro de raíz de la rosca en el gotero de 25 cc	50

Figura 29. Gráfica de las medidas tomadas al diámetro interior del gotero de 25 cc	51
Figura 30. Gráfica de las medidas tomadas a la altura del cuello del gotero de 25 cc	51
Figura 31. Gráfica de las medidas tomadas al paso de la rosca en el gotero de 25 cc	52
Figura 32. Gráfica de las medidas tomadas a la altura total del gotero de 25 cc	52
Figura 33. Gráfica de las medidas tomadas al peso del gotero de 25 cc	53
Figura 34. Gráfica de las medidas tomadas al volumen del gotero de 25 cc	53
Figura 35. Gráfica de las medidas tomadas a la rebaba del gotero de 25 cc	54
Figura 36. Gráfica de las medidas tomadas al diámetro exterior de la rosca en el gotero de 25 cc	55
Figura 37. Gráfica de las medidas tomadas al diámetro de raíz de la rosca en el gotero de 25 cc	55
Figura 38. Gráfica de las medidas tomadas a la altura del filete en el gotero de 25 cc	56
Figura 39. Gráfica de las medidas tomadas al diámetro interior en el gotero de 25 cc	56
Figura 40. Gráfica de las medidas tomadas al paso de la rosca del gotero de 25 cc	57
Figura 41. Gráfica de las medidas tomadas a la altura del gotero de 25 cc	57
Figura 42. Gráfica de las medidas tomadas a la altura del cuello en el gotero de 25 cc	58
Figura 43. Gráfica de las medidas tomadas al peso del gotero de 25 cc	58
Figura 44. Gráfica de las medidas tomadas al volumen del gotero de 25 cc	59
Figura 45. Gráfica de las medidas tomadas al diámetro exterior de la rosca en el gotero de 25 cc	60
Figura 46. Gráfica de las medidas tomadas al diámetro de raíz de la rosca en el gotero de 25 cc	61
Figura 47. Gráfica de las medidas tomadas a la altura del filete en el gotero de 25 cc	62
Figura 48. Gráfica de las medidas tomadas al diámetro interior del gotero de 25 cc	63
Figura 49. Gráfica de las medidas tomadas a la altura del cuello en el gotero de 25 cc	64
Figura 50. Gráfica de las medidas tomadas al paso de la rosca en el gotero de 25 cc	65

Figura 51. Gráfica de las medidas tomadas a la altura total en el gotero de 25 cc	65
Figura 52. Gráfica de las medidas tomadas al peso en el gotero de 25 cc	66
Figura 53. Gráfica de las medidas tomadas al volumen en el gotero de 25 cc	66
Figura 54. Gráfica de las medidas tomadas a la rebaba en el gotero de 25 cc	67
Figura 55. Tabla de tolerancias para el gotero de 25 cc con respecto a la tapa gotero de seguridad de 12 mm y el pitorro	68
Figura 56. Dibujo gotero de 15 cc	70
Figura 57. Gráfica de las medidas tomadas al diámetro exterior de la rosca en el gotero de 15 cc	70
Figura 58. Gráfica de las medidas tomadas a la altura del filete en el gotero de 15 cc	71
Figura 59. Gráfica de las medidas tomadas al diámetro de raíz de la rosca en el gotero de 15 cc	71
Figura 60. Gráfica de las medidas tomadas al diámetro interior del gotero de 15 cc	72
Figura 61. Gráfica de las medidas tomadas a la altura del cuello en el gotero de 15 cc	72
Figura 62. Gráfica de las medidas tomadas al paso de la rosca en el gotero de 15 cc	73
Figura 63. Gráfica de las medidas tomadas a la altura total del gotero de 15 cc	73
Figura 64. Gráfica de las medidas tomadas al peso del gotero de 15 cc	74
Figura 65. Gráfica de las medidas tomadas al volumen del gotero de 15 cc	74
Figura 66. Gráfica de las medidas tomadas a la rebaba del gotero de 15 cc	75
Figura 67. Gráfica de las medidas tomadas al diámetro exterior de la rosca en el gotero de 15 cc	75
Figura 68. Gráfica de las medidas tomadas al diámetro de raíz de la rosca en el gotero de 15 cc	76
Figura 69. Gráfica de las medidas tomadas a la altura del filete en el gotero de 15 cc	76
Figura 70. Gráfica de las medidas tomadas al diámetro interior en el gotero de 15 cc	77
Figura 71. Gráfica de las medidas tomadas a la altura del cuello en el gotero de 15 cc	77
Figura 72. Gráfica de las medidas tomadas al paso de la rosca del Gotero de 15 cc	78
Figura 73. Gráfica de las medidas tomadas a la altura del gotero de 15 cc	78

Figura 74. Gráfica de las medidas tomadas al peso del gotero de 15 cc	79
Figura 75. Gráfica de las medidas tomadas al volumen del gotero de 15 cc	79
Figura 76. Gráfica de las medidas tomadas a la rebaba en el gotero de 15 cc	80
Figura 77. Gráfica de las medidas tomadas al diámetro exterior de la rosca en el gotero de 15 cc	81
Figura 78. Gráfica de las medidas tomadas al diámetro de raíz de la rosca en el gotero de 15 cc	82
Figura 79. Gráfica de las medidas tomadas a la altura del filete en el gotero de 15 cc	83
Figura 80. Gráfica de las medidas tomadas al diámetro interior del gotero de 15 cc	84
Figura 81. Gráfica de las medidas tomadas a la altura del cuello en el gotero de 15 cc	85
Figura 82. Gráfica de las medidas tomadas al paso de la rosca en el gotero de 15 cc	86
Figura 83. Gráfica de las medidas tomadas a la altura total en el gotero de 15 cc	87
Figura 84. Gráfica de las medidas tomadas al peso en el gotero de 15 cc	88
Figura 85. Gráfica de las medidas tomadas al volumen en el gotero de 15 cc	89
Figura 86. Gráfica de las medidas tomadas a la rebaba en el gotero de 15 cc	89
Figura 87. Tabla de tolerancias para el gotero de 15 cc con respecto a la tapa gotero de seguridad de 12 mm y el pitorro	90
Figura 88. Dibujo tapa gotero de seguridad 12 mm	92
Figura 89. Gráfica de las medidas tomadas al diámetro interior de la tapa gotero	92
Figura 90. Gráfica de las medidas tomadas al diámetro de raíz de la tapa gotero	93
Figura 91. Gráfica de las medidas tomadas a la altura del filete en la tapa gotero	93
Figura 92. Gráfica de las medidas tomadas a la altura zona de grafilado en la tapa gotero	94
Figura 93. Gráfica de las medidas tomadas a la altura total de la tapa gotero	94
Figura 94. Gráfica de las medidas tomadas al paso de la rosca de la tapa gotero	95
Figura 95. Gráfica de las medidas tomadas al peso de la tapa gotero	95
Figura 96. Gráfica de las medidas tomadas a la rebaba de la tapa gotero	96
Figura 97. Gráfica de las medidas tomadas al diámetro interior de la tapa gotero	96

Figura 98. Gráfica de las medidas tomadas al diámetro de raíz de la tapa gotero	97
Figura 99. Gráfica de las medidas tomadas a la altura del filete de la tapa gotero	97
Figura 100. Gráfica de las medidas tomadas a la altura zona de grafilado de la tapa gotero	98
Figura 101. Gráfica de las medidas tomadas a la altura total de la tapa gotero	98
Figura 102. Gráfica de las medidas tomadas al paso de la rosca de la tapa gotero	99
Figura 103. Gráfica de las medidas tomadas al peso de la tapa gotero	99
Figura 104. Gráfica de las medidas tomadas a la rebaba de la tapa gotero	100
Figura 105. Gráfica de las medidas tomadas al diámetro interior de la tapa gotero	101
Figura 106. Gráfica de las medidas tomadas al diámetro de raíz de la tapa gotero	102
Figura 107. Gráfica de las medidas tomadas a la altura del filete de la tapa gotero	103
Figura 108. Gráfica de las medidas tomadas a la altura zona de grafilado de la tapa gotero	104
Figura 109. Gráfica de las medidas tomadas a la altura total de la tapa gotero	105
Figura 110. Gráfica de las medidas tomadas al paso de la rosca de la tapa gotero	105
Figura 111. Gráfica de las medidas tomadas al peso de la tapa gotero	106
Figura 112. Gráfica de las medidas tomadas a la rebaba de la tapa gotero	106
Figura 113. Dibujo pitorro	107
Figura 114. Gráfica de las medidas tomadas al diámetro exterior del pitorro	107
Figura 115. Gráfica de las medidas tomadas a la altura total del pitorro	108
Figura 116. Gráfica de las medidas tomadas a la altura del pico del pitorro	108
Figura 117. Gráfica de las medidas tomadas al peso del pitorro	109
Figura 118. Gráfica de las medidas tomadas a la rebaba del pitorro	109
Figura 119. Gráfica de las medidas tomadas al diámetro exterior del pitorro	110
Figura 120. Gráfica de las medidas tomadas a la altura total del pitorro	110
Figura 121. Gráfica de las medidas tomadas a la altura del pico del pitorro	110
Figura 122. Gráfica de las medidas tomadas al peso del pitorro	111
Figura 123. Gráfica de las medidas tomadas a la rebaba del pitorro	111

Figura 124. Gráfica de las medidas tomadas al diámetro exterior del pitorro	112
Figura 125. Gráfica de las medidas tomadas a la altura total del pitorro	113
Figura 126. Gráfica de las medidas tomadas a la altura del pico del Pitorro	114
Figura 127. Gráfica de las medidas tomadas al peso del pitorro	115

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1. Ficha técnica – gotero de 25 cc	124
Anexo 2. Ficha técnica – gotero de 15 cc	126
Anexo 3. Ficha técnica – tapa gotero de seguridad de 12 mm	128
Anexo 4. Ficha técnica – pitorro	130
Anexo 5. Plano gotero de 25 cc	132
Anexo 6. Plano gotero de 15 cc	133

GLOSARIO

ADITIVOS: sustancias agregadas en los plásticos antes, después o durante su procesamiento para modificar las propiedades o comportamiento de los plásticos con el propósito de conseguir un efecto muy específico.

APRIETE: en un sistema tapa roscada-gotero, se origina cuando el diámetro exterior de la rosca del gotero es mayor al diámetro de raíz de la rosca de la tapa ó cuando el diámetro interior de la rosca de la tapa es mayor que el diámetro de raíz de la rosca del gotero.

En el sistema pitorro-gotero, no hay rosca, por lo tanto existe apriete siempre que el diámetro exterior del pitorro sea mayor que el diámetro interior del gotero.

BARRERA MULTI-CAPA: tecnología desarrollada para empaques, mediante la cual se obtienen múltiples capas de diferentes polímeros, con el propósito de reducir los intercambios de gas entre el interior y el exterior del recipiente o disminuir la permeabilidad de la pared del empaque, aprovechando la resistencia diferencial a ser permeado por un gas en particular de algunos polímeros.

CIERRE: mecanismo que permite clausurar un recipiente y que generalmente es una tapa, que además permite a las botellas ser herméticas aun después de que sean abiertas, los cierres son generalmente hechos de polipropileno (PP).

COMPOSICIÓN: descripción de los ingredientes que compone un plástico, dentro de la cual se encuentra el polímero, los aditivos, las cargas y los pigmentos. Descritos, generalmente en forma porcentual.

EXTRUSIÓN: técnica de procesamiento de plásticos y otros materiales, mediante la cual se confieren formas, obliga a pasar a este material, en forma continua, a través de una boquilla con una forma particular.

JUEGO: en un sistema tapa roscada-gotero, se origina cuando el diámetro de raíz de la rosca de la tapa, es mayor que el diámetro exterior de la rosca del gotero ó el diámetro de raíz de la rosca del gotero es mayor que el diámetro interior de la rosca de la tapa.

En el sistema pitorro-gotero, no hay rosca, por lo tanto existe juego siempre que el diámetro exterior del pitorro sea menor que el diámetro interior del gotero.

LDPE: polietileno de densidad baja, es un plástico usado predominantemente en las aplicaciones de película y se usa para fabricar las películas flexibles como aquéllas usadas para bolsas de plástico utilizadas en los centros comerciales.

LLDPE: polietileno de baja densidad lineal, es un plástico que se usa predominantemente en aplicaciones de película; usado en artículos como bolsas de comestibles, empaquetación de basura y forros para el relleno sanitario.

INYECCIÓN: proceso mediante el cual se introduce una resina fundida en un molde, gracias a la acción de una máquina denominada inyectora.

MONÓMERO: compuesto químico que puede reaccionar para formar un polímero.

PET: polietileno tereftalato, que es utilizado principalmente para la fabricación de recipientes.

POLÍMERO: compuesto orgánico de alto peso molecular, natural o sintético cuya estructura puede representarse por una unidad pequeña repetida, el monómero; los polímeros sintéticos son formados por suma o polimerización de la condensación de monómeros, si dos monómeros diferentes o más están se involucran en la polimerización, se obtiene un co-polímero.

PREFORMA: tubo de plástico utilizado para hacer botellas, utilizando en el proceso de inyección - soplado.

TERMO - FORMADO: es el proceso mediante el cual se calienta una hoja de termoplástico, para formarlo en una forma acabada (cóncava o convexa) por medio de calor o presión.

TERMO - PLÁSTICO: materiales que se ablandarán repetidamente cuando son sometidos a calor y endurecerán cuando son enfriados, además es típico de la familia de los termoplásticos, son los polímeros del estireno y co polímeros, acrílico, celulosas, polietilenos, polipropileno, vinilo y nylon.

RESUMEN

El proyecto que se presenta a continuación, se realizó en una empresa fabricante de envases plásticos mediante el proceso tradicional de extrusión soplado del recipiente e inyección de su tapa o cierre y pretende cuantificar la variación dimensional e identificar las posibles causas, de algunos de los productos de la empresa Otorgo Ltda. Con el propósito de iniciar un proceso de mejoramiento de la calidad, conducente a futuro a una certificación en normas ISO 9001.

Para ello se hizo necesario conocer los procesos de transformación y conocer el comportamiento de los materiales, enmarcando este conocimiento en el contexto de la empresa Otorgo Ltda. Para ello se verificó inicialmente la preparación de los materiales, teniendo en cuenta la cantidad de la mezcla en porcentaje y los aditivos necesarios para que el material fluya en las mejores condiciones, así mismo se verificó los valores de la temperatura que se le debe colocar a la máquina en el proceso y por último se realizan las mediciones a las dimensiones de productos con el fin de establecer cuales son los rangos tolerables y cuales se encuentran fuera de control para la comprobación de fallas y defectos en los productos, con el objetivo de corregir y mejorar la calidad.

Para la realización de este proyecto ha sido necesario investigar y conocer acerca de los conceptos relacionados con la producción, caracterización, transformación de polímeros, profundizando en el proceso de inyección y soplado. Mediante este proyecto analizamos teóricamente la situación de los procesos con el propósito de definir los parámetros objeto de estudio y así poder definir las especificaciones de los productos y los métodos de inspección de calidad a fin de tener un punto de referencia.

INTRODUCCION

El desarrollo de este proyecto de pasantía, efectúa un análisis de la variabilidad de las especificaciones de los productos de mayor rotación en ventas (envases de base polimérica) dentro de la empresa Otorgo Ltda., para los cuales intervienen los procesos de extrusión, soplado e inyección, además se analizan las posibles causas de error por medio de pruebas de calidad dentro del proceso de producción. Esta actividad implica recoger información, organizarla en forma lógica, analizarla, identificarla y sugerir las soluciones.

Actualmente existe una necesidad cada vez más importante de controlar la calidad de los productos que son elaborados dentro de una empresa y que son destinados a un usuario final. Dado el auge que presenta el sector de los polímeros no es de extrañar que esta tendencia fuerte incida en las empresas que basan en ellos su actividad, dentro de las cuales se destacan tanto la inyección y el soplado de componentes de envases.

El sector transformador de polímeros se encuentra firmemente establecido y con muchas empresas transformadoras en nuestro entorno; el panorama económico que marco la realización de COLOMBIAPLAST 2002 fue alentador; las industrias de sustancias químicas industriales, del plástico y del caucho en Colombia, registraron en el año 2000, crecimientos en su producción de 16,3 %, 9,3 % y 10,5 %, respectivamente. También es significativa la expansión de sus exportaciones e importaciones en igual lapso.

En efecto, las ventas al exterior, en valor, del sector de químicos industriales aumentaron 14,1 %, las de productos plásticos 20,9 % y las del sector del caucho 47,1 %; las importaciones, a su vez, presentaron incrementos del 19,7 % en químicos industriales, 17,2% en plásticos y 14,6 % en caucho. Estos datos reflejan una dinámica sectorial de recuperación y de crecimiento en el año 2000.

La información extractada del Directorio Industrial y de Plásticos en Colombia, indica que el sector del plástico en el ámbito nacional esta conformado por 1040 empresas, de las cuales 207, correspondiente a un 19.9%, se dedican a la producción de artículos plásticos.

A continuación se muestra la distribución geográfica de las empresas colombianas que pertenecen al sector del plástico.

Figura 1. Localización de la producción manufacturera de plástico total en Colombia, 1997

Ciudad	Establecimientos		Producción Bruta		Valor Agregado	
	Número	Participación (%)	Millardos Pesos	Participación (%)	Millardos Pesos	Participación (%)
Antioquia	103	21.3	261	15.3	117	15.1
Atlántico	38	7.9	144	8.4	59	7.6
Bogotá	171	35.3	875	51.1	406	52.4
Bolívar	12	2.5	118	6.9	48	6.4
Valle del Cauca	75	15.5	185	10.8	86	11.1
Resto del país	85	17.6	128	7.5	59	7.6
TOTAL DEL PAIS	484	100	1711	100	775	100

Fuente: ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE INDUSTRIAS PLÁSTICAS, Acoplasticos. La industria química del plástico, caucho, fibras y recubrimientos. En: Plásticos en Colombia. No. 29 (Ene. 1999 – 2000); p. 37.

Para la realización de este proyecto ha sido necesario investigar y conocer acerca de los conceptos relacionados con la producción, caracterización y transformación de polímeros, profundizando en el proceso de inyección y soplado, además de asimilar los conceptos de calidad, para posteriormente adaptarlos a la producción de piezas de plástico.

El objetivo es analizar teóricamente la situación de los procesos de inyección y soplado de la empresa Otorgo S.A., con el propósito de definir los parámetros objeto de estudio y así poder definir las especificaciones de los productos y los métodos de inspección de calidad a fin de tener un punto de referencia.

1. MARCOS

1.1. MARCO TEORICO DEL PROCESO DE INYECCION

En ingeniería, el moldeo por inyección es un proceso semi-continuo que consiste en inyectar un polímero en estado fundido en un molde cerrado a presión, a través de un orificio pequeño llamado entrada. En ese molde el material se solidifica, comenzando a cristalizar en polímeros semi-cristalinos. La pieza o parte final se obtiene al abrir el molde y sacar de la cavidad la pieza moldeada.

El moldeo por inyección es una técnica muy popular para la fabricación de artículos muy diferentes. Sólo en los Estados Unidos, la industria del plástico ha crecido a una tasa de 12% anual durante los últimos 25 años y el principal proceso de transformación de plástico es el moldeo por inyección¹, seguido del de extrusión. Un ejemplo de productos fabricados por esta técnica son los famosos bloques interconectables LEGO y juguetes Playmobil, así como una gran cantidad de componentes de automóviles, componentes para aviones y naves espaciales.

Los polímeros han logrado sustituir otros materiales como son madera, metales, fibras naturales, cerámicas y hasta piedras preciosas; el moldeo por inyección es un proceso ambientalmente más favorable comparado con la fabricación de papel, la tala de árboles o cromados, ya que no contamina el ambiente de forma directa, no emite gases ni desechos acuosos, con bajos niveles de ruido. Sin embargo, no todos los plásticos pueden ser reciclados y algunos susceptibles de ser reciclados son depositados en el ambiente, causando daños a la ecología.

La popularidad de este método se explica con la versatilidad de piezas que pueden fabricarse, la rapidez de fabricación, el diseño escalable desde procesos de prototipos rápidos, altos niveles de producción y bajos costos, alta o baja automatización según el costo de la pieza, geometrías muy complicadas que serían imposibles por otras técnicas, las piezas moldeadas requieren muy poco o nulo acabado pues son terminadas con la rugosidad de superficie deseada, color y transparencia u opacidad, buena tolerancia dimensional de piezas moldeadas con o sin insertos y con diferentes colores.

El moldeo por inyección es una de las tecnologías de procesamiento de plástico más famosas, ya que representa un modo relativamente simple de fabricar componentes con formas geométricas de alta complejidad. Para ello se necesita una máquina de inyección que incluya un molde. En este último, se fabrica una cavidad cuya forma y tamaño son idénticas a las de la pieza que se desea

¹ BODINI, Gianni. Moldes y máquinas de inyección para la transformación de plásticos: Diseño de Moldes para Inyección de Termoplásticos. Cali: McGraw-Hill, 1992. p. 12.

obtener. La cavidad se llena con plástico fundido, el cual se solidifica, manteniendo la forma moldeada.

Los polímeros conservan su forma tridimensional cuando son enfriados por debajo de su temperatura de su transición vítrea (T_g) y de su temperatura de fusión (T_f) para polímeros semi-cristalinos². Los polímeros amorfos, cuya temperatura útil es inferior a su T_g , se encuentran en un estado termodinámico de pseudoequilibrio. En ese estado, los movimientos de rotación y de relajación (desenredo de las cadenas) del polímero están altamente impedidos. Es por esta causa que, en ausencia de esfuerzos, se retiene la forma tridimensional. Los polímeros semi-cristalinos poseen, además la característica de formar cristales. Estos cristales proporcionan estabilidad dimensional a la molécula, la cual también es en la región cristalina termodinámicamente estable. La entropía de las moléculas del plástico disminuye drásticamente debido al orden de las moléculas en los cristales.

Figura 2. Diseño genérico de la unidad de inyección



Fuente: SANCHEZ VALDES, Saúl; RODRIGUEZ FERNANDEZ, Oliverio S.; YAÑEZ FLORES, Isaura G. Moldeo por inyección de termoplásticos. México: Limusa, 2003. p. 88.

1.1.1. La unidad de inyección. La función principal de la unidad de inyección es la de fundir, mezclar e inyectar el polímero. Para lograr esto se utilizan husillos de diferentes características según el polímero que se desea fundir. El estudio del proceso de fusión de un polímero en la unidad de inyección debe considerar tres condiciones termodinámicas: La temperatura de procesamiento del polímero, la capacidad calorífica del polímero C_p [cal/g °C] y el calor latente de fusión, si el polímero es semi-cristalino.

El proceso de fusión involucra un incremento en el calor del polímero, que resulta del aumento de temperatura y de la fricción entre el barril y el husillo. La fricción y

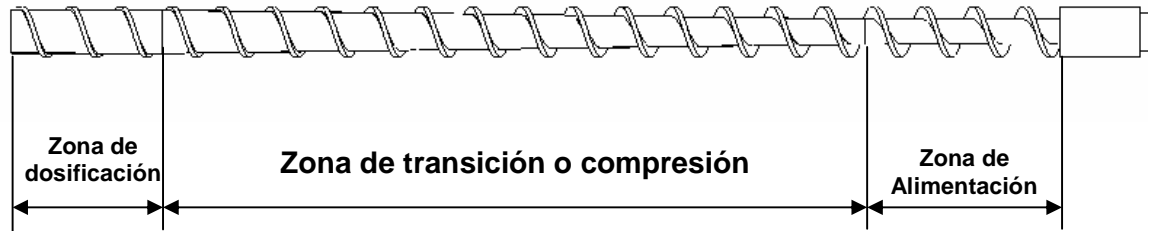
² Wikipedia: La enciclopedia libre [en línea]. Florida: Wikimedia fundación, 2006. [consultado 03 de octubre del 2006]. Disponible en Internet: http://es.wikipedia.org/wiki/temperatura_de_transición_vítrea.

esfuerzos cortantes son básicos para una fusión eficiente, dado que los polímeros no son buenos conductores de calor. Un incremento en temperatura disminuye la viscosidad del polímero fundido; lo mismo sucede al incrementar la velocidad de corte. Por ello ambos parámetros deben ser ajustados durante el proceso.

Existen, además metales estándares para cada polímero con el fin de evitar la corrosión o degradación. Con algunas excepciones como el PVC, la mayoría de los plásticos pueden utilizarse en las mismas máquinas.

La unidad de inyección es en origen una máquina de extrusión con un solo husillo, teniendo el barril calentadores y sensores para mantener una temperatura programada constante. La profundidad entre el canal y el husillo disminuye gradual (o drásticamente, en aplicaciones especiales) desde la zona de alimentación hasta la zona de dosificación. De esta manera, la presión en el barril aumenta gradualmente. El esfuerzo mecánico, de corte y la compresión añaden calor al sistema y funden el polímero más eficientemente que si hubiera únicamente calor, siendo ésta la razón fundamental por la cual se utiliza un husillo y no una autoclave para obtener el fundido.

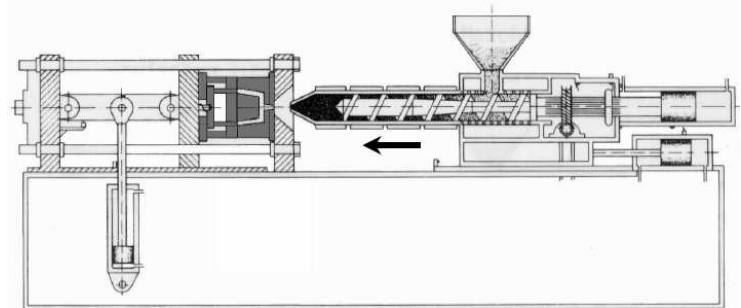
Figura 3. Zonas de un tornillo extrusor



Fuente: OTERO, Juan Carlos. Extrusión Convencional, Presentación en Power Point efectuada para la cátedra de Manufactura de Productos Poliméricos, Universidad Autónoma de Occidente. 2006. p 12.

Una diferencia sustancial con respecto al proceso de extrusión es la existencia de una parte extra llamada cámara de reserva. Es allí donde se acumula el polímero fundido para ser inyectado. Esta cámara actúa como la de un pistón; toda la unidad se comporta como el émbolo que empuja el material. Debido a esto, una parte del husillo termina por subutilizarse, por lo que se recomiendan cañones largos para procesos de mezclado eficiente. Tanto en inyección como en extrusión se deben tomar en cuenta las relaciones de PvT (Presión, volumen, temperatura), que ayudan a entender cómo se comporta un polímero al fundir.

Figura 4. Gráfica extrusora



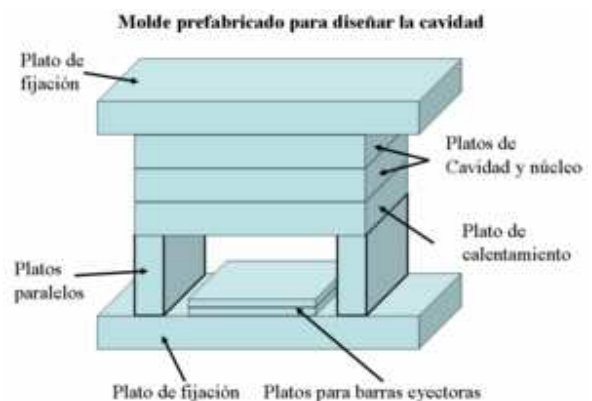
Fuente: INSTITUTO DE CAPACITACIÓN E INVESTIGACIÓN DEL PLÁSTICO Y DEL CAUCHO. Departamento de inyección. Ciclo de inyección. Presentación en Power Point efectuada para la cátedra de Manufactura de Productos Poliméricos, Universidad Autónoma de Occidente. Cali, 2006. p. 5.

1.1.2. Unidad de cierre. Es una prensa hidráulica o mecánica, con una fuerza de cierre bastante grande que contrarresta la fuerza ejercida por el polímero fundido al ser inyectado en el molde. Las fuerzas localizadas pueden generar presiones del orden de cientos de pascal - unidad de presión (MPa), que sólo se encuentran en el planeta de forma natural únicamente en los puntos más profundos del océano.

Si la fuerza de cierre es insuficiente, el material escapará por la unión del molde, causando así que la pieza final tenga defectos de rebabas. Es común utilizar el área proyectada de una pieza (área que representa perpendicularmente a la unidad de cierre el total de la cavidad) para determinar la fuerza de cierre requerida, excluyendo posibles huecos o agujeros de la pieza.

Se ilustra el esquema de un molde comercial prefabricado, al cual sólo le falta la cavidad para la pieza deseada.

Figura 5. Esquema de un molde



Fuente: SANCHEZ VALDES, Saúl; RODRIGUEZ FERNANDEZ, Oliverio S.; YAÑEZ FLORES, Isaura G. Moldeo por inyección de termoplásticos. México: Limusa, 2003. p. 102.

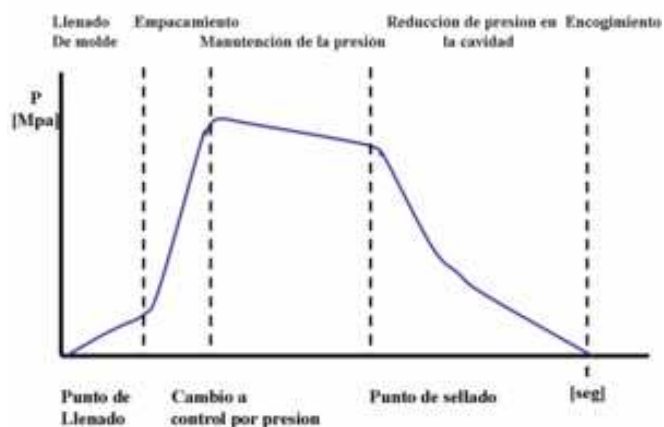
El molde (también llamado herramental) es la parte más importante de la máquina de inyección, ya que es el espacio donde se genera la pieza; para producir un producto diferente, simplemente se cambia el molde, al ser una pieza intercambiable que se atornilla en la unidad de cierre.

Las partes del molde son:

- ❖ **Cavidad:** Es el volumen en el cual la pieza será moldeada.
- ❖ **Canales o ductos:** Son conductos a través de los cuales el polímero fundido fluye debido a la presión de inyección. El canal de alimentación se llena a través de la boquilla, los siguientes canales son los denominados bebederos y finalmente se encuentra la compuerta.
- ❖ **Canales de enfriamiento:** Son canales por los cuales circula agua para regular la temperatura del molde. Su diseño es complejo y específico para cada pieza y molde, ya que de un correcto enfriamiento depende que la pieza no se deforme debido a contracciones irregulares.
- ❖ **Barras expulsoras:** Al abrir el molde, estas barras expulsan la pieza moldeada fuera de la cavidad, pudiendo a veces contar con la ayuda de un robot para realizar esta operación.

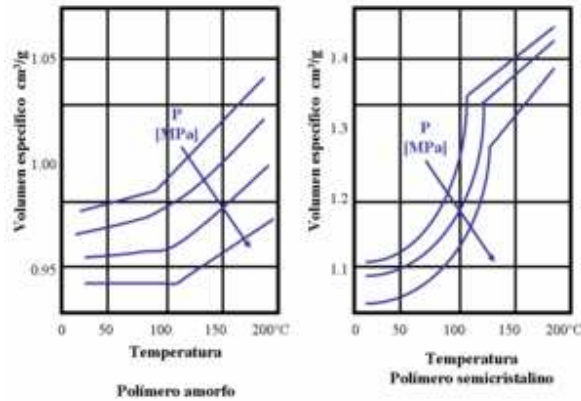
1.1.3. Control de parámetros.

Figura 6. Llenado de molde por inyección



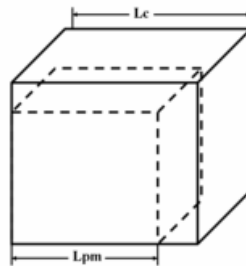
Fuente: SANCHEZ VALDES, Saúl; RODRIGUEZ FERNANDEZ, Oliverio S.; YAÑEZ FLORES, Isaura G. Moldeo por inyección de termoplásticos. México: Limusa, 2003. p. 104.

Figura 7. Líneas genéricas isobáricas de polímeros amorfos y semi-cristalinos en inyección



Fuente: SANCHEZ VALDES, Saúl; RODRIGUEZ FERNANDEZ, Oliverio S.; YAÑEZ FLORES, Isaura G. Moldeo por inyección de termoplásticos. México: Limusa, 2003. p. 106.

Figura 8. Al enfriarse, las partes inyectadas se contraen, siendo su volumen menor que el de la cavidad



Fuente: SANCHEZ VALDES, Saúl; RODRIGUEZ FERNANDEZ, Oliverio S.; YAÑEZ FLORES, Isaura G. Moldeo por inyección de termoplásticos. México: Limusa, 2003. p. 108.

1.1.3.1. Los parámetros más importantes para un proceso de inyección.

❖ **Ciclo de moldeo.** En el ciclo de moldeo se distinguen 6 pasos principales (aunque algunos autores llegan a distinguir hasta 9 pasos).

Paso 1. Molde cerrado y vacío. La unidad de inyección carga material y se llena de polímero fundido.

Paso 2. Se inyecta el polímero abriéndose la válvula y con el husillo que actúa como un pistón, se hace pasar el material a través de la boquilla hacia las cavidades del molde.

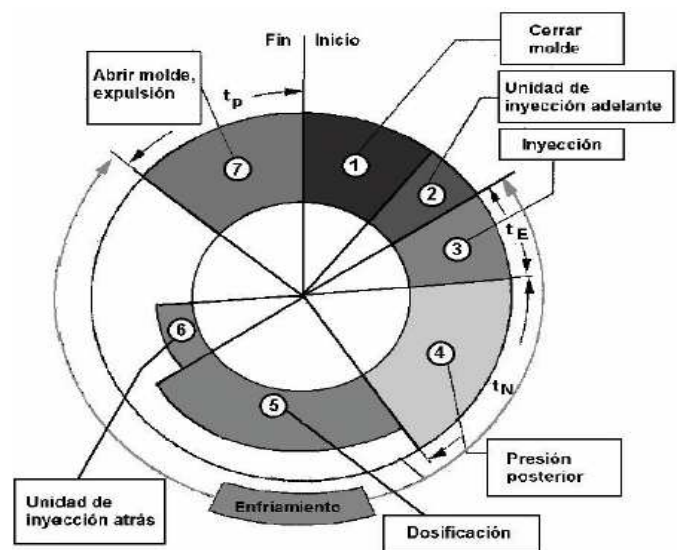
Paso 3. La presión se mantiene constante para lograr que la pieza tenga las dimensiones adecuadas, pues al enfriarse tiende a contraerse.

Paso 4. La presión se elimina. La válvula se cierra y el husillo gira para cargar el material y al girar también retrocede.

Paso 5. La pieza en el molde termina de enfriarse (este tiempo es el más caro pues es largo e interrumpe el proceso continuo), la prensa libera la presión y el molde se abre y las barras expulsan la parte moldeada fuera de la cavidad.

Paso 6. La unidad de cierre vuelve a cerrar el molde y el ciclo puede reiniciarse.

Figura 9. Ciclo de inyección



Fuente: INSTITUTO DE CAPACITACIÓN E INVESTIGACIÓN DEL PLÁSTICO Y DEL CAUCHO. Departamento de inyección. Ciclo de inyección. Presentación en Power Point efectuada para la cátedra de Manufactura de Productos Poliméricos, Universidad Autónoma de Occidente. Cali, 2006. p. 2.

❖ **Fases del proceso.** Dentro del proceso de moldeo por inyección, podemos diferenciar 3 fases por el cual transcurre dicho proceso, las cuales son: En primer lugar, se procede a cargar la cantidad necesaria de material (en forma de gránulos o granza) en la parte posterior de la cámara de calefacción o cilindro, a través de la tolva de alimentación, situada en la parte posterior del mismo.

❖ **Fase de fusión del material.** La fusión del material se realiza en el cilindro de calefacción que tiene capacidad para una cantidad de material superior a la que entra en cada inyección en el molde. El material, una vez dentro se calienta y funde al mismo tiempo que circula hacia la parte anterior del cilindro empujado por el giro de un husillo que ajusta con las paredes y es accionado desde la parte posterior.

❖ **Fase de inyección.** En esta fase se produce la entrada del material dentro de la cavidad del molde frío. Dicho molde comunica con la boquilla de la inyectora

por medio del bebedero, por el cual el material fundido pasa a través de los canales o coladas, hasta llegar a las entradas de las cavidades del molde. Estas se llenan con material fundido gracias a la presión suministrada por el mismo husillo que hace avanzar el material dentro del cilindro, la cual es denominada presión de inyección.

❖ **Fase de compactación.** En esta fase el material fundido, una vez dentro de la cavidad del molde, se va enfriando y por tanto compactando, de ahí que el husillo siga ejerciendo presión, la cual es denominada presión de compactación y sirve para compensar la contracción causada por el enfriamiento. Una vez transcurrido el tiempo de enfriamiento, el molde se abre y se expulsa la pieza acabada.

❖ **Tiempos del proceso.** Dentro del proceso de moldeo por inyección, podemos diferenciar 7 tiempos necesarios para realizar el ciclo de inyección, los cuales pueden definirse como:

- Tiempo para cerrar el molde, durante el cuál actúa el sistema de cierre.
- Tiempo de inyección, durante este tiempo se procede a inyectar el polímero. Es durante este periodo cuando avanza el husillo para realizar la inyección y simultáneamente, se procede al cierre de la entrada de material al cilindro de calefacción. Este tiempo depende del polímero empleado, de la temperatura que éste alcanza, de la velocidad de avance del husillo, del tamaño del molde y del tamaño de los canales de comunicación entre el cilindro de calefacción y el molde.
- Tiempo de moldeo, durante el cual el molde permanece cerrado y el husillo en posición avanzada. Durante este periodo, el polímero se enfría y por tanto se contrae. El husillo debe seguir manteniendo la presión dentro de la cavidad del molde para hacer entrar más polímero dentro de ella, compensando de esta forma la contracción.
- Tiempo de molde cerrado, periodo necesario para enfriar el material que ocupa las cavidades del molde. En este tiempo el husillo retrocede y comienza de nuevo a girar para plastificar la siguiente carga.
- Tiempo de apertura del molde.
- Tiempo de extracción de la pieza, durante el cual son expulsadas las piezas ya moldeadas de las cavidades del molde.
- Tiempo con el molde abierto, generalmente muy cortó.

Teniendo en cuenta los diferentes tiempos descritos anteriormente se puede afirmar que la cadencia de producción de piezas vendrá afectada por los tiempos muertos de apertura y cierre de la máquina, por la capacidad de calefacción de la cámara de calentamiento o cilindro, y por los tiempos necesarios para llenar y enfriar el molde.

❖ **Variables del proceso.** Las principales variables a controlar durante el transcurso del proceso de moldeo por inyección y sobre las cuales podemos actuar son: Temperatura del cilindro de calefacción (en varias zonas), la presión de inyección, el tiempo de moldeo que comprende el tiempo de inyección, el tiempo de enfriamiento de la pieza y el tiempo durante el cual el molde está abierto y la temperatura del molde.

Estas variables están íntimamente relacionadas entre sí y la calidad de la pieza vendrá determinada, fundamentalmente, por la presión que existe en la cavidad del molde y la temperatura del material de plástico fundido que la llena, en el momento en que se solidifica el material situado en la entrada de la cavidad.

Consideraremos, por tanto como variables principales a las que afectan directamente a dicha presión y temperatura y el resto serán variables secundarias, de ahí que tenemos:

➤ **Variables principales:** Presión de inyección, temperatura de inyección, temperatura del molde, post presión y la velocidad de flujo de inyección.

➤ **Variables secundarias:** Tiempo que permanece cerrado el molde, tiempo que permanece el molde abierto y fuerza de cierre del molde.

1.1.4. Aspectos de la máquina de inyección. A continuación, presentaremos diferentes aspectos relacionados con la máquina inyectora necesaria para comprender el proceso.

1.1.4.1. Capacidad de inyección. Definimos capacidad de inyección como el volumen de material que es capaz de inyectar de una sola vez, determinada por el diámetro y la carrera del pistón de inyección, así como por el tipo de molde utilizado, la temperatura del polímero fundido, la presión a la que se inyecta y otras variables. En los catálogos de fabricantes suele aparecer como el peso máximo, en gramos, que puede inyectar la máquina en un solo ciclo, en el supuesto que no se ha colocado ningún molde. También es frecuente encontrar definida la capacidad de inyección como el volumen, en centímetros cúbicos, barrido por el pistón o husillo de inyección en su recorrido hacia la parte anterior del cilindro.

1.1.4.2. Capacidad de plastificación. Se puede definir como el número de kilos de material que la máquina es capaz de plastificar en una hora. Se entiende por plastificar un polímero, el calentarlo hasta una temperatura a la cual pueda ser inyectado. La plastificación dependerá de la eficacia de calefacción del cilindro y esta a su vez de la distribución de temperaturas en dicho cilindro y de las propiedades térmicas del polímero. Por otro lado la relación entre la cantidad de polímero que puede albergar la cámara o cilindro de calefacción y la producción de la máquina por unidad de tiempo, determinará el tiempo de residencia del polímero en la máquina. Si es excesivo puede producirse degradación del material.

1.1.4.3. Presión de inyección. Se entiende por tal la presión que se mide en la cara anterior del husillo, cuya área llamaremos a . Como este pistón a su vez está accionado por otro pistón hidráulico, al que es solidario y cuya área llamaremos A , se considera que la fuerza que actúa en ambas caras será la misma y considerando que p es la presión en la línea hidráulica, la cual es conocida por medio de un manómetro y P es la presión de inyección se cumple que:

$P \cdot a = p \cdot A$ de donde se puede aislar.

$P = (p \cdot A) / a$ donde A / a es una característica de la máquina utilizada.

A destacar que la presión de inyección no es la misma que la presión que actúa en las cavidades de moldeo, la cual corresponde a la presión de compactación, ejercida también por el husillo pero en la que no hay movimiento de éste. Simplemente empuja más material para compensar la contracción causada por el enfriamiento.

1.1.4.4. Velocidad de inyección. Se define como el volumen de material que sale por unidad de tiempo durante el periodo de inyección, se mide en cm^3/s y es una medida de la rapidez con que se puede llenar un molde dado. Para una presión de inyección y temperatura de plastificación determinadas, la máxima velocidad de inyección depende del tipo de material empleado, del camino que debe recorrer el polímero hasta la cavidad del molde por los canales o coladas y de la velocidad de avance del husillo, que a su vez está determinada por las características del sistema hidráulico empleado. La velocidad de avance del husillo se relaciona con el número de golpes (recorrido completo de avance y retroceso) en vacío que puede dar la máquina por unidad de tiempo.

1.1.4.5. Fuerza de cierre. Se define como aquella que mantiene unidas las dos mitades del molde mientras en las cavidades se desarrolla la máxima presión de llenado. La presión de la cavidad es menor que la presión de inyección, pero desarrolla una fuerza que tiende a separar las 2 mitades del molde y que viene

dada por el producto de la presión en la cavidad y el área proyectada de ésta. La fuerza de cierre deberá ser en todo momento superior a esta fuerza de separación, para mantener el molde cerrado durante el proceso de inyección. Cuánto mayor sea esta fuerza de cierre tanto mayor será el área transversal de la pieza que se puede moldear, a igualdad de las demás condiciones.

1.2. MARCO TEORICO DEL PROCESO DE SOPLADO

Para la obtención de artículos huecos por esta vía, la resina polimérica es alimentada a la tolva de un extrusor; de ahí pasar al interior del cañón, se plastifica y homogeneiza por medio del husillo con los pigmentos y otros aditivos que también hayan sido alimentados, siendo únicamente restringido el uso de cargas o refuerzos, ya que estos últimos generalmente provocan la ruptura de las paredes del artículo cuando está en la etapa de Soplado. El material ya homogéneo y completamente plastificado, pasa al dado que, de manera similar a la extrusión de tubería, produce una preforma tubular con dimensiones de paredes controladas para la pieza final cumpla con las dimensiones de espesor requeridas. La producción de esta preforma (párison) debe ser invariablemente vertical y descendente, ya que no existe ninguna guía que pueda ofrecerle alguna otra orientación, mientras que el tiempo empleado desde que comienza a salir del dado hasta que tiene la dimensión precisa para continuar con el ciclo, está limitado al momento en que la primera porción de plástico extruído se enfríe, perdiendo características para ser moldeado. Llegando a la longitud de preforma óptima, que es ligeramente mayor a la longitud del molde que forma la pieza final, entra en acción el mecanismo que cierra las dos parte del molde para dejar confinado el párison (preforma) en éste. Durante su movimiento, el molde además de rodear al párison, lo prensa por uno de sus extremos provocando el sellado de las paredes del tubo, debido a que el plástico se encuentra aún arriba de su temperatura de reblandecimiento.

El diseño del molde puede incluso cortar el material sobrante por debajo de éste, formando así, la característica línea o costura en la base de todo recipiente obtenido por extrusión soplado. El otro extremo del párison permanece abierto, pues es necesario para las etapas posteriores.

En la tercera fase del proceso se introduce una boquilla por el extremo abierto del molde y en el interior del párison, se inyecta aire a presión, obligando a la preforma a extenderse hasta alcanzar las paredes del molde, donde se enfría y conserva la forma interior del molde.

La boquilla de inyección del aire crea al mismo tiempo la estructura final de la boca y cuello del recipiente. Es importante señalar que durante el proceso de expansión

de la preforma hacia las paredes del molde, el espesor de la pared sufre una reducción por el aumento del área superficial.

En la última fase del ciclo de soplado, el molde se separa exponiendo al recipiente terminado a una temperatura en que es estable dimensionalmente, para ser entonces expulsado por su propio peso o por el aire a presión que aún se encuentra en su interior.

Generalmente, el tiempo invertido en la dos últimas etapas tarda lo suficiente para que en el dado haya extruído y soplado una nueva preforma, siendo necesario que el molde recién liberado del producto tenga que moverse hacia la recepción del nuevo material, para iniciar un nuevo ciclo productivo.

Figura 10. Ciclo de extrusión soplado continuo



Fuente: INSTITUTO DE CAPACITACIÓN E INVESTIGACIÓN DEL PLÁSTICO Y DEL CAUCHO. Departamento de inyección. Ciclo de inyección. Presentación en Power Point efectuada para la cátedra de Manufactura de Productos Poliméricos, Universidad Autónoma de Occidente. Cali, 2006. p. 67.

1.2.1. El molde para soplado. El molde para el proceso de moldeo por soplado es similar al del de moldeo por inyección, pero requiere una fuerza de cierre mucho menor, además requiere de entrada de aire para inflar el párison extruido en forma de tubo. El molde consiste en dos partes que al cerrarse encierran el párison, este tubo al inflarse toma la forma del molde y queda estable la forma al enfriarse el material. La línea del molde queda marcada en la pieza final, sin embargo esta no representa una línea de unión sino una línea de cierre, sin embargo en ocasiones puede presentar una falla en el material cuando el molde está viejo o desgastado.

1.2.2. Inflado por aire o líquido. El párison extruido debe inflarse para que tome la forma del molde, esto se puede lograr por medio de la inyección de aire, pero puede también realizarse por medio de la inyección de agua, jugos, bebidas refrescantes o medicinas líquidas, como suero. Este tipo de empaque no requiere

de una tapa, pues el material se sella al terminar la inyección y no permite la fuga del líquido con el cual se infló el material. Una tapa es posible, aunque debe pincharse en algún punto diseñado, para que el fluido pueda escapar.

1.2.3. Ventajas y restricciones. El proceso tiene la ventaja de ser el único para la producción de recipientes de boca angosta. Para el proceso extrusión soplado, la producción de la pieza final no requiere de moldes muy costosos. Otra ventaja es la obtención de artículos de paredes muy delgadas con gran resistencia mecánica. Operativamente permite cambios en la producción con relativa sencillez, tomando en cuenta que los moldes no son voluminosos ni pesados. Como restricciones del proceso se pueden mencionar que se producen artículos huecos que requieren de grandes espacios de almacenaje y dificultan la comercialización a regiones que no estén próximas a la planta productora. Por otra parte, en el proceso de extrusión, se tienen en cada ciclo una porción de material residual que debe ser molido y retornado al material virgen para su recuperación, lo que reduce la relación producto obtenido, material alimentado y que se debe adicionar al precio del producto.

1.2.4. Aplicaciones. Prácticamente el moldeo de cualquier recipiente se puede lograr por medio del proceso de Soplado, siendo el único para la producción de recipientes de cuello angosto de alto consumo en industrias como la alimenticia, cosmética y química, aunque en envases de cuello ancho, puede encontrar cierta competencia en algunos otros procesos. El proceso se encuentra en franco crecimiento, bajo la necesidad de abastecer a un mercado de alimentos también en constante auge.

En ingeniería, en moldeo por soplado es un proceso por medio del cual se producen artículos de plástico huecos, como botellas. Es un proceso semi-continuo que incluye dos pasos, la extrusión de polímero fundido a través de un dado especial con un perfil tubular llamado párison y el inflado de este tubo en un molde, del cual toma la forma final el polímero extruido.

La fabricación de botellas por medio de moldeo por soplado permite la fabricación de botellas con dos o más capas. Las ventajas de este tipo de procesos incluye la posibilidad de crear efectos de colores iridiscentes, principalmente atractivos para cosméticos y champús, también ayudan a disminuir el costo de los materiales y permiten unir diferentes características de polímeros como pueden ser ópticas, de permeabilidad, etc.

El parison extruido incluye todas las capas necesarias que en forma de tubo ingresan al molde, en la misma forma que el párison de monocapa. El control automático de las máquinas modernas junto con un dado de alta calidad, permite extruir las proporciones de las capas de acuerdo con lo programado así como un

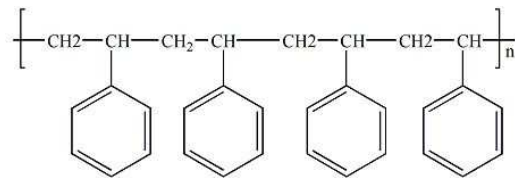
control en la cantidad de material requerido de acuerdo con la geometría de la botella a moldearse.

1.3. MARCO TEORICO DE LOS MATERIALES

1.3.1. Polímero. La palabra Polímero tiene su origen en el griego Poli que significa muchos y Mero que significa partes.

Los polímeros son macromoléculas (generalmente orgánicas) formadas por la unión de moléculas más pequeñas llamadas monómeros.

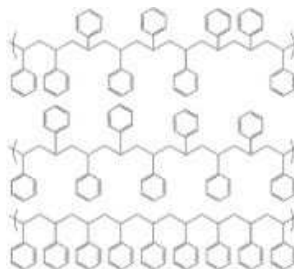
Figura 11. Unidades de poliestireno



Fuente: MORTON JONES, D.H. Procesamiento de plásticos: Inyección, moldeo y PVC. México: Limusa, 1999. p. 45.

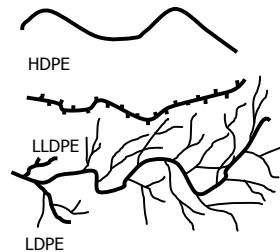
1.3.1.1. Polimerización y estructura. La reacción por la cual se sintetiza un polímero a partir de sus monómeros se denomina polimerización. Según el mecanismo por el cual se produce la reacción de polimerización para dar lugar al polímero, ésta se clasifica como polimerización por pasos o como polimerización en cadena. En cualquier caso, el tamaño de la cadena dependerá de parámetros como la temperatura o el tiempo de reacción, teniendo cada cadena un tamaño distinto y, por tanto, un peso molecular distinto, por lo que se habla de peso promedio para el polímero.

Figura 12. Tácticidad de poliestireno, atáctico, sindiotáctico, isotáctico



Fuente: MORTON JONES, D.H. Procesamiento de plásticos: Inyección, moldeo y PVC. México: Limusa, 1999. p. 47.

Figura 13. Estructura molecular



Fuente: OTERO JARAMILLO, Juan Carlos; LOZANO HURTADO, Fabio. Conceptos fundamentales de materiales poliméricos. Presentación en Power Point efectuada para la cátedra de Manufactura de Productos Poliméricos, Universidad Autónoma de Occidente. Cali, 2006. p. 119.

El polietileno de alta densidad HDPE es más rígido, resistente y es opaco. El polietileno de baja densidad, es mas translucido, menos rígido y menos resistente.

La estructura puede ser lineal o ramificada (aparte de poder presentar entrecruzamientos).

La naturaleza química de los monómeros, su peso molecular y otras propiedades físicas, así como la estructura que presentan determinan diferentes características para cada polímero. Por ejemplo, si un polímero presenta un grado de entrecruzamiento, el material será mucho más difícil de fundir que si no presentara ninguno.

❖ **Polímeros amorfos.** Las moléculas del polímeros no presentan ningún ordenamiento espacial definido (las cadenas no tienen un arreglo espacial constante), forman cuerdas aleatorias; también permiten el paso de la luz a través de su estructura, por eso son transparentes.

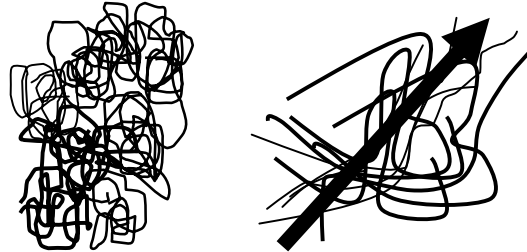
Figura 14. Molécula del polímero amorfo



Fuente: OTERO JARAMILLO, Juan Carlos; LOZANO HURTADO, Fabio. Conceptos fundamentales de materiales poliméricos. Presentación en Power Point efectuada para la cátedra de Manufactura de Productos Poliméricos, Universidad Autónoma de Occidente. Cali, 2006. p. 129.

Las orientaciones inducidas durante el procesamiento de las moléculas se producen bajo condiciones de flujo.

Figura 15. Polímero fundido sin flujo - Polímero fundido con dirección de flujo impuesto



Fuente: OTERO JARAMILLO, Juan Carlos; LOZANO HURTADO, Fabio. Conceptos fundamentales de materiales poliméricos. Presentación en Power Point efectuada para la cátedra de Manufactura de Productos Poliméricos, Universidad Autónoma de Occidente. Cali, 2006. p. 151.

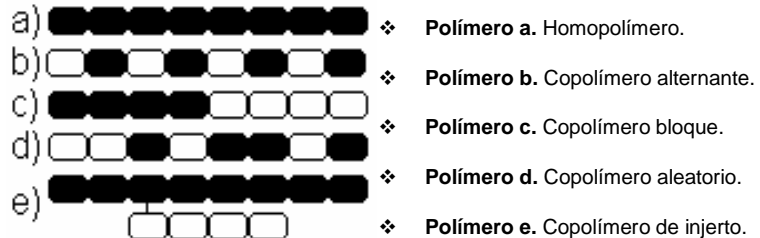
Los enlaces de carbono en los polímeros no son equivalentes entre sí, por eso dependiendo del orden estereoquímico de los enlaces, un polímero puede ser: Atáctico (sin orden), Isotáctico (mismo orden), o sindiotáctico (orden alternante) a esta conformación se le llama tacticidad. Las propiedades de un polímero pueden ser modificadas severamente según su estereoquímica.

En el caso de que el polímero provenga de un único tipo de monómero se denomina homopolímero y si proviene de varios monómeros se llama copolímero o heteropolímero. Por ejemplo, el poliestireno es un homopolímero pues proviene de un único tipo de monómero, el estireno, mientras que si se parte de estireno y acrilonitrilo se puede obtener un copolímero de estos dos monómeros.

En los heteropolímeros los monómeros pueden distribuirse de diferentes maneras, particularmente para polímeros naturales, los monómeros pueden repetirse de forma aleatoria, informativa (como en los polipéptidos de las proteínas o los ácidos nucleicos) o periódica, como en el peptidoglucano.

Copolímero se le llama convencionalmente a un polímero sintético, los monómeros que conforman su cadena, son dos o más, estos se ubican en la cadena principal alternándose según el diseño en: Copolímero alternante, Copolímero en bloque Copolímero aleatorio, Copolímero de injerto. Para lograr este diseño, la reacción de polimerización y los catalizadores deben ser los adecuados.

Figura 16. Polímeros

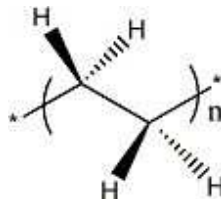


Fuente: MORTON JONES, D.H. Procesamiento de plásticos: Inyección, moldeo y PVC. México: Limusa, 1999. p. 50.

Finalmente, los extremos de los polímeros pueden ser distintos que el resto de la cadena polimérica, sin embargo es mucho más importante el resto de la cadena que estos extremos debido a que la cadena es de una gran extensión comparada con los extremos.

1.3.2. Polietileno. El polietileno es químicamente el polímero más simple, se representa con su unidad repetitiva $(\text{CH}_2\text{-CH}_2)_n$. Por su alta producción mundial (aproximadamente 60 millones de toneladas son producidas anualmente (2005) alrededor del mundo) es también el más barato, siendo uno de los plásticos más comunes. Es químicamente inerte. Se obtiene de la polimerización del etileno (de fórmula química es $\text{CH}_2=\text{CH}_2$ y llamado eteno por la IUPAC), del que deriva su nombre.

Figura 17. Estructura química del polietileno, a veces representada sólo como $(\text{CH}_2\text{-CH}_2)_n$



Fuente: MORTON JONES, D.H. Procesamiento de plásticos: Inyección, moldeo y PVC. México: Limusa, 1999. p. 52.

Este polímero puede ser producido por diferentes reacciones de polimerización, como por ejemplo: Polimerización por radicales libres, polimerización aniónica, polimerización por coordinación de iones o polimerización catiónica. Cada uno de estos mecanismos de reacción produce un tipo diferente de polietileno.

Es un polímero de cadena lineal no ramificada. Aunque las ramificaciones son comunes en los productos comerciales. Las cadenas de polietileno se arreglan abajo de la temperatura de reblandecimiento T_g en regiones amorfas y semi-cristalinas.

1.3.3. Propiedades de los materiales.

1.3.3.1. Cristalización y deformación de la pieza al enfriarse (contracción). Debe tenerse en cuenta que la razón de este fenómeno se debe al cambio de densidad del material, que sigue un propio comportamiento fisicoquímico, particular para cada polímero y que puede ser isotrópico o anisotrópico.

De acuerdo con las relaciones de PVT anteriores, se infiere que la parte moldeada sufrirá una contracción, presentando cada polímero diferentes tipos de contracción; sin embargo, puede decirse que, en general, siguen las mismas ecuaciones para contracción isotrópica:

$$C_v = \frac{V_c - V_{mp}}{V_c} = 1 - \frac{V_{mp}}{V_c}$$

Donde:

$$C_L = \frac{L_c - L_{mp}}{L_c} = 1 - \frac{L_{mp}}{L_c}$$

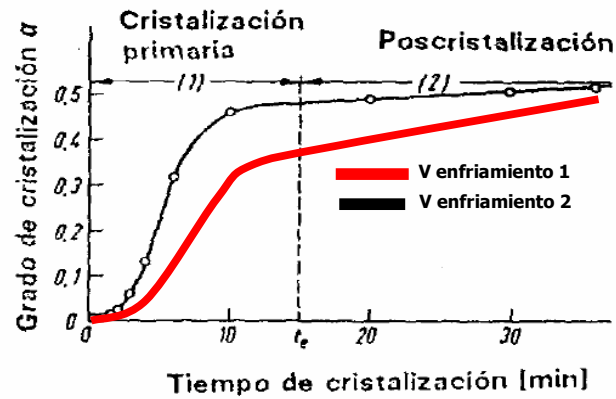
$$C_v \approx 3 \times C_L$$

- ❖ L_c = longitud de la cavidad.
- ❖ L_{mp} = longitud de la parte moldeada.
- ❖ C_v = contracción volumétrica.
- ❖ C_L = contracción lineal.
- ❖ V_c = Volumen de la cavidad.
- ❖ V_{mp} = Volumen de la parte moldeada.

La velocidad de enfriamiento de los polímeros semi-cristalinos, es uno de los factores que definen la transparencia de las películas.

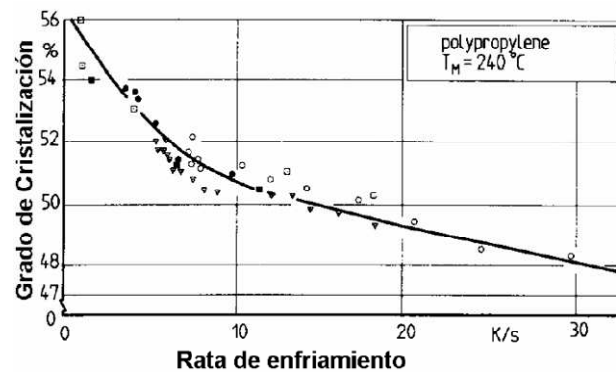
1.3.3.2. Efectos de la cristalización. Aumenta la resistencia mecánica, aumenta el modulo de elasticidad, aumenta la temperatura de fusión, aumenta la estabilidad al calor, aumenta la temperatura de fragilidad en frío, resistencia a agentes químicos, resistencia a la barrera de los gases (depende del polímero) y resistencia al impacto (depende de la forma del cristal).

Figura 18. Efecto del tiempo en la cristalización



Fuente: OTERO JARAMILLO, Juan Carlos; LOZANO HURTADO, Fabio. Conceptos fundamentales de materiales poliméricos. Presentación en Power Point efectuada para la cátedra de Manufactura de Productos Poliméricos, Universidad Autónoma de Occidente. Cali, 2006. p. 136.

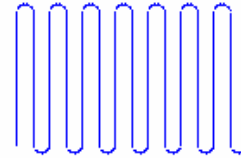
Figura 19. Influencia de la cristalización en las propiedades del polímero



Fuente: OTERO JARAMILLO, Juan Carlos; LOZANO HURTADO, Fabio. Conceptos fundamentales de materiales poliméricos. Presentación en Power Point efectuada para la cátedra de Manufactura de Productos Poliméricos, Universidad Autónoma de Occidente. Cali, 2006. p. 148.

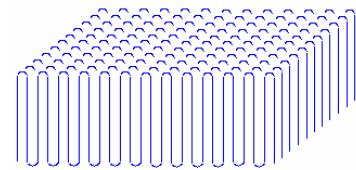
Los polímeros semi-cristalinos modificarán más su tamaño dependiendo de la temperatura en la cual se les permita cristalizar. Las cadenas que forman esferulitas y lamelas ocupan menos espacio (mayor densidad) que las cadenas en estado amorfo. Por ello, el grado de cristalinidad afecta directamente a la densidad final de la pieza. La temperatura del molde y el enfriamiento deben ser los adecuados para obtener partes de calidad.

Figura 20. Doblamiento sobre si misma



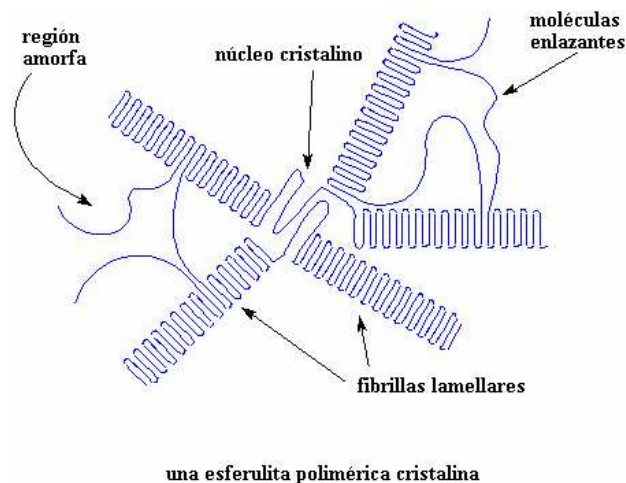
Fuente: OTERO JARAMILLO, Juan Carlos; LOZANO HURTADO, Fabio. Conceptos fundamentales de materiales poliméricos. Presentación en Power Point efectuada para la cátedra de Manufactura de Productos Poliméricos, Universidad Autónoma de Occidente. Cali, 2006. p. 130.

Figura 21. Agrupación de moléculas en “Lamelas”



Fuente: OTERO JARAMILLO, Juan Carlos; LOZANO HURTADO, Fabio. Conceptos fundamentales de materiales poliméricos. Presentación en Power Point efectuada para la cátedra de Manufactura de Productos Poliméricos, Universidad Autónoma de Occidente. Cali, 2006. p. 130.

Figura 22. Formación de esferulitas



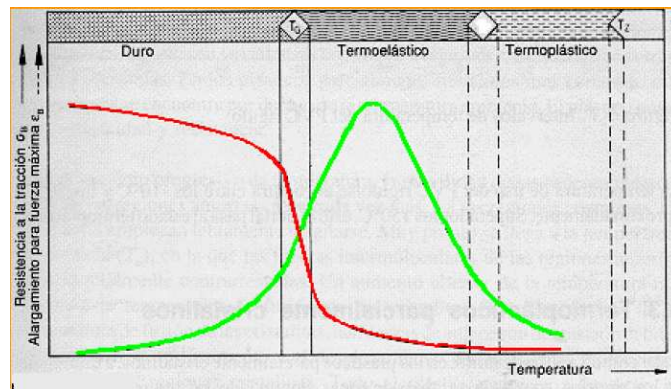
Fuente: OTERO JARAMILLO, Juan Carlos; LOZANO HURTADO, Fabio. Conceptos fundamentales de materiales poliméricos. Presentación en Power Point efectuada para la cátedra de Manufactura de Productos Poliméricos, Universidad Autónoma de Occidente. Cali, 2006. p. 130.

1.3.3.3. Temperatura de proceso. Para inyectar un polímero, específicamente un termoplástico, es necesario conocer su temperatura de transición vítrea (T_g) y su temperatura de fusión de la región cristalina (T_m), si es un polímero semi-cristalino.

La temperatura de operación de cada termoplástico no es estándar, y varía según el proveedor. Es por tanto necesario solicitarle una Hoja de Especificaciones donde se encuentre tanto el índice de fluidez como la temperatura de trabajo, que

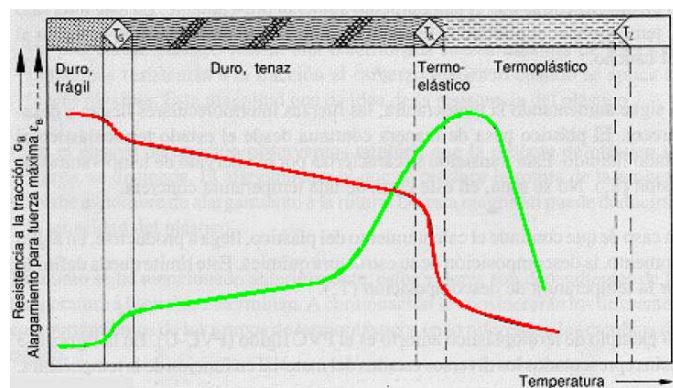
además es un rango de temperaturas, y la temperatura de degradación, con lo cual se obtiene un intervalo dentro del cual se puede trabajar el material eficientemente.

Figura 23. Efecto de la temperatura sobre un polímero amorfo - Temperatura de transición vítrea (T_g) - Temperatura de degradación (T_z)



Fuente: OTERO JARAMILLO, Juan Carlos; LOZANO HURTADO, Fabio. Conceptos fundamentales de materiales poliméricos. Presentación en Power Point efectuada para la cátedra de Manufactura de Productos Poliméricos, Universidad Autónoma de Occidente. Cali, 2006. p. 142.

Figura 24. Efecto de la temperatura sobre un polímero semi-cristalino - Temperatura de transición vítrea (T_f)



Fuente: OTERO JARAMILLO, Juan Carlos; LOZANO HURTADO, Fabio. Conceptos fundamentales de materiales poliméricos. Presentación en Power Point efectuada para la cátedra de Manufactura de Productos Poliméricos, Universidad Autónoma de Occidente. Cali, 2006. p. 143.

❖ **Temperatura de transición vítrea (Tg):** Temperatura de congelamiento macromolecular.

❖ **Temperatura de degradación (Tz):** Temperatura a la cual inicia la incineración del polímero.

❖ **Temperatura de fusión de cristales (Tf):** Temperatura a la cual ocurre la disolución de las estructuras cristalinas.

1.3.3.4. Polidispersidad. La distribución de pesos moleculares la determina el catalizador.

Catalizadores Phillips: En la polimerización de PE dan como resultado distribuciones de pesos moleculares más amplias que los Ziegler - Natta.

❖ **En Polietilenos de baja densidad:** Distribuciones de pesos moleculares estrechas y pesos moleculares bajos ofrecen propiedades mecánicas mejoradas.

En el caso de la extrusión de películas por soplado o Cast o de hilatura, permite mayores estiramientos.

❖ **En Polietilenos de baja densidad:** Distribuciones de pesos moleculares amplias y altos pesos moleculares, ofrecen mejor comportamiento frente al calor, utilizada en la extrusión de tubería, cables y alambres.

1.4. MARCO TEORICO DE CALIDAD

1.4.1. Concepto de calidad. De las diferentes definiciones que pueden darse sobre la calidad, la más aceptada hoy en día es la siguiente: “Calidad es igual a Satisfacción del cliente”, frase aplicada a los métodos de Frederick W. Taylor. Aunque existen otras definiciones para este término, una de ellas es la que ofrece la Norma ISO 9000, según la cual podemos definir la Calidad como: “el conjunto de características de una entidad que le confieren la aptitud para satisfacer las necesidades establecidas y las implícitas”. Debemos recordar que la normativa nos indica que “las especificaciones no garantizan por sí mismas que los requerimientos del cliente se cumplan adecuadamente”, de lo que parece desprenderse que se deben revisar de forma periódica los requerimientos de Calidad, ya que las necesidades del cliente cambian a lo largo del tiempo.

1.4.2. Control de la calidad. A principios del siglo XX surge el concepto de Gestión científica. De una manera muy resumida, se puede decir que lo que intenta es conseguir y estandarizar el conocimiento para controlar mejor el trabajo. Taylor creía que la Dirección no podría controlar efectivamente la empresa si no

controlaba el trabajo por sí mismo, esto son las tareas que debían hacer los propios trabajadores. Opinaba que la Gestión científica favorecería a ambos, propietarios y trabajadores, debido a que se incrementaría la productividad y se pagaría más como recompensa por este incremento.

Posteriormente, Henry Ford introdujo innovaciones en la producción que tuvieron impactos parecidos a los de Taylor. Con Ford la mano de obra era un simple operador de la máquina, reduciéndose los niveles de especialidad requeridos para cada trabajador y facilitando que fuera más fácil reemplazarlo. Esto generó altos niveles de estrés debidos a que el trabajo se hacía mucho más aburrido, proceso que se ha venido conociendo como "deskilling". Una persona, un maquinista especializado, pasaba a ser un operario de una determinada máquina, sin posibilidad de cambiar a otra tarea.

Esta nueva distribución del trabajo creada para el aumento de la producción y la productividad, con evidentes ventajas en costes, tenía sin embargo el inconveniente de que hizo disminuir la atención prestada a la calidad, lo cual trajo consigo la fabricación a veces indiscriminada de piezas buenas y defectuosas. Para solucionar esto apareció la necesidad de escoger entre productos buenos y malos a través de una verificación realizada por un departamento independiente que fue el embrión de los actuales Sistemas de Gestión de Calidad.

1.4.3. Evolución de la calidad. Tras la producción en masa comienza, entre los años 1920 y 1930, la auténtica orientación hacia los productos y aunque inicialmente existía la tendencia a pensar que la Calidad y su aplicación eran caras, progresivamente se llegó a la idea que lo que resultaba caro era la no Calidad y finalmente, se llegó a la conclusión de que la aplicación de sistemas de Calidad es esencial y necesaria.

1.5. MARCO REFERENCIAL

La razón social de la empresa es OTORGO LTDA, la cual se encuentra ubicada en la carrera 35B #16-205 en la Zona Industria de Yumbo (Valle) donde funciona la oficina y la planta, este sitio es de fácil acceso para los clientes y proveedores, ya que se encuentra sobre la vía a Buenaventura principal puerto marítimo del país, cercana a las zonas francas de Palmaseca y del Pacífico así como también a la Central de Carga CENCAR, lugar donde confluyen los transportadores en su paso por el departamento; se cuenta con un punto de venta ubicado en la calle 18 #16-47 del barrio Belalcazar en la ciudad de Cali (donde anteriormente funcionaba la oficina y planta).

Otorgo es una sociedad limitada inscrita el 21 de Marzo de 1.978 bajo el No. 25.841 del libro IX en la Cámara de Comercio, constituida por la escritura pública

No. 6.651 del 19 de diciembre de 1.977 en la notaría segunda de Cali, con un número total de cuatro socios.

La razón de ser de la empresa es la fabricación y comercialización de productos plásticos, mediante el servicio de inyección y soplado para la fabricación de envases, en la actualidad se tiene una nueva línea de troquelación dedicada a la fabricación de insumos para la confección.

Inicialmente se tenía un negocio llamado Industrias de la Cruz manejada por dos personas pero debido a diferentes inconvenientes personales ésta no dio resultado y se quebró. Por tal motivo uno de los socios el Sr. Octavio Orrego con la ayuda de su esposa la Sr. Yolanda Jiménez en el año de 1.974 decidieron comenzar de nuevo con una sola máquina manual la cual se obtuvo por medio de un crédito y con lo poco que les había quedado de su anterior negocio, ellos se ubicaron cerca del cementerio Central de la ciudad de Cali, al principio le toco manejar personalmente la máquina, y las diferentes negociaciones para llevar a cabo su trabajo, teniendo en cuenta la línea de productos la cual ya contaba con su conocimiento acerca del mercado, la forma de fabricación y distribución.

En el año de 1.978 la empresa fue creciendo, a la fecha se tenían cuatro máquinas inyectoras, un taller pequeño de mantenimiento, donde se ofrecía servicios de metalmecánica para moldes de plásticos. Al principio estos se hacían y se vendían, hasta que se dieron cuenta de que estos se podían implementar en la misma fábrica, y es donde se observa la posibilidad de comprar una máquina sopladora para satisfacer el mercado el cual empezaba a crecer.

En el mismo año se inscribe a la cámara de comercio con OTORGO LTDA, una sociedad compuesta por dos socios, que fueron fundadores el Sr. Octavio Orrego y la Sra. Yolanda Jiménez; con el tiempo se realizaron modificaciones para ingresar a sus tres hijos (Sandra, Claudia y Héctor).

Con el paso de los años se fue mejorando la capacidad instalada de la planta, se contaba con máquinas sopladoras, de inyección y de molido, que a pesar de tener buen rendimiento, comenzaron a provocar situaciones de inseguridad para los trabajadores, en donde la empresa se ve obligada de ir renovándolas para el bienestar de todos dentro de la empresa.

Las dos hijas crecieron, entraron a la universidad y empezaron a estar más pendientes de la empresa, ya que en esta podían aplicar todos sus conocimientos, pero era complicado porque el Sr. Octavio ya tenía mucha experiencia empírica y a veces no dejaba que las jóvenes hicieran cambios en la empresa.

En el año de 2.003, el Sr. Octavio Orrego empezó a decaer por una enfermedad la cual no resistió y falleció, fue en este momento en donde les toco a la esposa y a las dos hijas hacerse cargo de la empresa. Ellas se dieron cuenta que el mercado había crecido mucho y que en el lugar que se encontraban les estaba quedando pequeño para la demanda que existía, fue en este momento donde empezaron a ser diferentes averiguaciones de terrenos hasta que por fin encontraron uno en la Zona Industrial de Yumbo, se demoraron aproximadamente un año en la construcción de la nueva planta y oficina, hasta que por fin con gran esfuerzo y dedicación la terminaron y es en este sitio donde en la actualidad esta funcionando la empresa, las dos hijas una Ingeniera Industrial, Sandra Inés encargada de la producción y la otra Administradora de Empresas encargada de la administración de la empresa, su madre la Sra. Yolanda Jiménez es la Administradora del Punto de Venta y Héctor actualmente se encuentra en la universidad estudiante también Ingeniería Industrial.

En la actualidad se cuenta con 9 máquinas de inyección, 11 máquinas sopladoras y de estas solo 5 son automáticas, 1 mezcladora, 1 taller de mantenimiento y 1 almacén, para poder cumplir con la demanda se trabaja con una jornada de 24 horas y con la colaboración de los 39 trabajadores con los que cuenta la empresa para la ejecución de sus diferentes funciones.

Los productos de mayor rotación en ventas se producen en las siguientes máquinas:

❖ Sopladora automática No. 3 - gotero de 25 cc, esta máquina se automatizo aproximadamente 8 meses para dar un mejor rendimiento en la producción y así poder cumplir con la demanda; ha presentado fallas y se le han realizado ajustes tales como la disminución de la altura entre la cuchilla y el molde disminuyendo así un porcentaje en la rebaba. Como es la primera máquina manual que se convierte en automática el tiempo del ciclo se ha ido modificando gradualmente y en la actualidad se encuentra en 7.68 segundos con una producción por hora de 460 unidades.

❖ Sopladora manual No. 1 - gotero de 15 cc, es una máquina fabricada dentro de la misma empresa con una vida útil de más de 10 años, por ser una máquina manual su producción depende en gran porcentaje a la agilidad y destreza del operario. Tiene un ciclo de 10.82 segundos con una producción por hora de 300 unidades.

❖ Inyectora manual – semiautomática – automática No. 2 – pitorro, es una máquina con una vida útil de más de 10 años, se puede graduar su sistema en manual – semiautomática – automática, tiene una rejilla de seguridad. Tiene un

ciclo de 20 segundos y teniendo en cuenta que el molde tiene 16 cavidades la producción por hora es de 2880 unidades.

❖ Inyectora manual – semiautomática – automática No. 3 – tapa gotero de seguridad 12 mm, con una vida útil de más de 10 años, se puede graduar su sistema en manual – semiautomática – automática, tiene una rejilla de seguridad. Tiene un ciclo de 30 segundos y teniendo en cuenta que el molde tiene 6 cavidades la producción por hora es de 720 unidades.

❖ Hay tres balanzas una grande donde se pesan los materiales al momento de realizar las mezclas y dos pequeñas utilizadas en la planta y el almacén.

❖ Existen dos compresores cada uno de diferente capacidad, utilizada para mantener refrigerado el agua que llega a las máquinas, estos se prenden teniendo en cuenta la cantidad de máquinas que están funcionando dentro de la empresa.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GENERAL

Analizar la variabilidad de las especificaciones en los productos de soplado e inyección con el propósito de establecer las tolerancias de fabricación.

2.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS

- ❖ Analizar teóricamente la situación de los procesos de Inyección y Soplado, con el propósito de definir los parámetros objeto de estudio.
- ❖ Definir las especificaciones de los productos y los métodos de inspección de calidad a fin de tener un parámetro de referencia.
- ❖ Estandarizar las pruebas de calidad.

3. RESULTADOS OBTENIDOS

3.1. ANÁLISIS DE LOS PRODUCTOS

Las mediciones de los productos se realizaron teniendo en cuenta tres criterios:

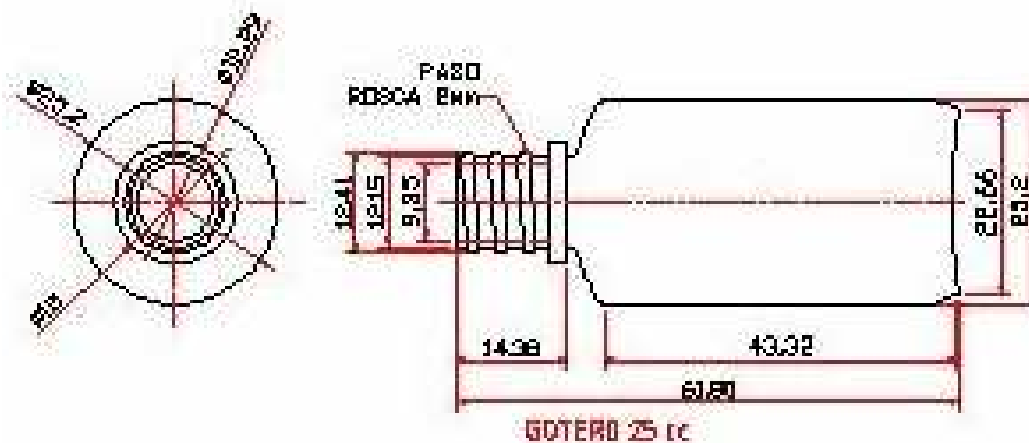
- ❖ **Un solo producto de la misma clase en diferente tiempo:** Se tomo un lote de cincuenta unidades y utilizando la norma técnica colombiana NTC-ISO 2859-1, el tamaño de la muestra corresponde a doce unidades a las cuales se le realizan las mediciones para observar cual era su variación.
- ❖ **Varios productos de la misma clase en diferente tiempo:** Se tomo un lote de veinticinco unidades y utilizando la norma técnica colombiana NTC-ISO 2859-1, el tamaño de la muestra corresponde a nueve unidades a las cuales se le realizan las mediciones para observar cual era su variación.
- ❖ **Varios productos sin tener en cuenta el tiempo:** Se tomo un lote de doscientos cincuenta unidades y utilizando la norma técnica colombiana NTC-ISO 2859-1, el tamaño de la muestra corresponde a cincuenta unidades a las cuales se le realizan las mediciones para observar cual era su variación.

Al realizar las mediciones a través del tiempo queremos observar cual es el efecto de la post-cristalización en las medidas que se analizaron en los productos y mediante las gráficas obtener los límites de control y concluir cuales son las tolerancias definitivas para cada uno de los productos.

A continuación se muestra las gráficas para cada caso con su respectivo análisis.

3.1.1. Análisis para el gotero de 25 cc. Las medidas tomadas para este gotero fueron: Diámetro exterior de la rosca, diámetro de raíz de la rosca, altura del filete, diámetro interior del gotero, altura del cuello, paso, altura total, peso, volumen y rebaba.

Figura 25. Dibujo gotero de 25 cc



Elaborado por: CEDEÑO, Carlos Andrés. Cali, 15 de Enero de 2007.

- ❖ Un solo producto de la misma clase en diferente tiempo.

Figura 26. Gráfica de las medidas tomadas al diámetro exterior de la rosca en el gotero de 25 cc

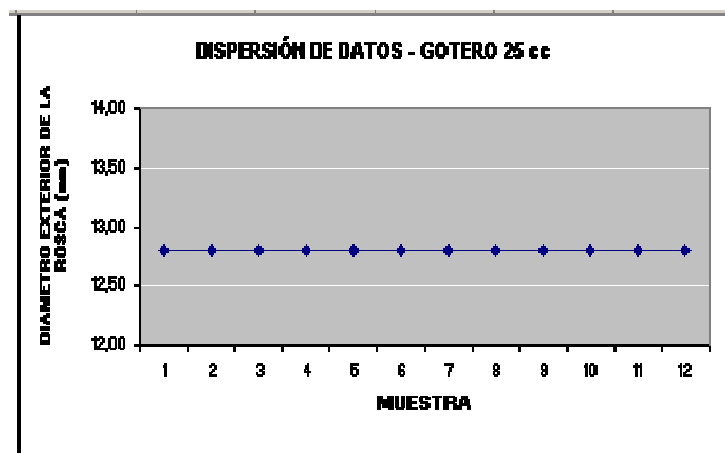


Figura 27. Gráfica de las medidas tomadas a la altura del filete en el gotero de 25 cc

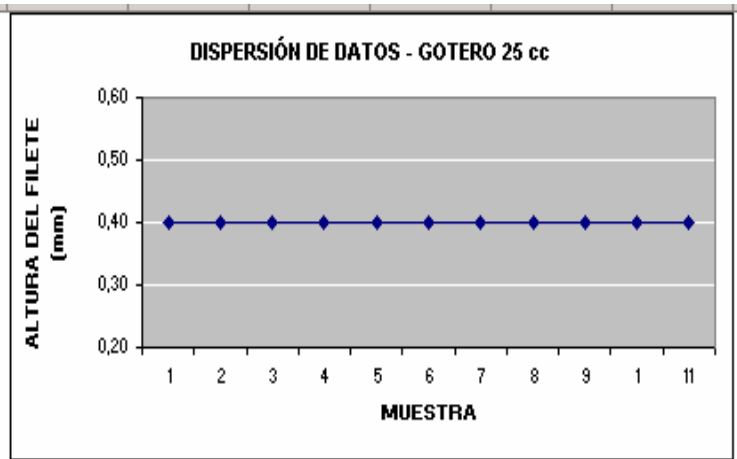


Figura 28. Gráfica de las medidas tomadas al diámetro de raíz de la rosca en el gotero de 25 cc

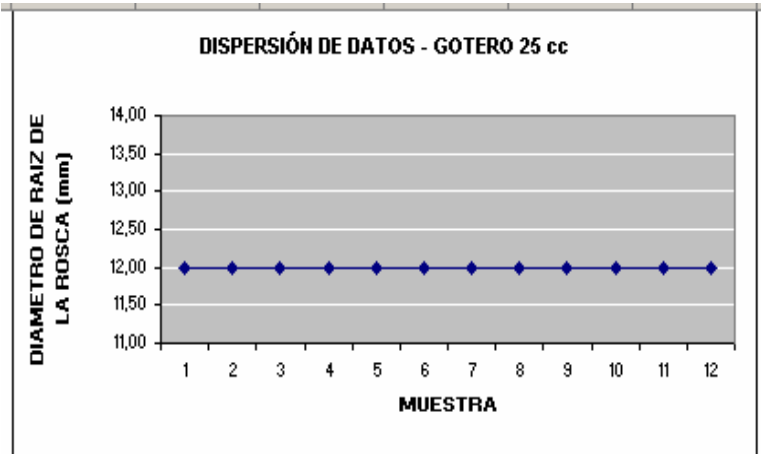


Figura 29. Gráfica de las medidas tomadas al diámetro interior del gotero de 25 cc

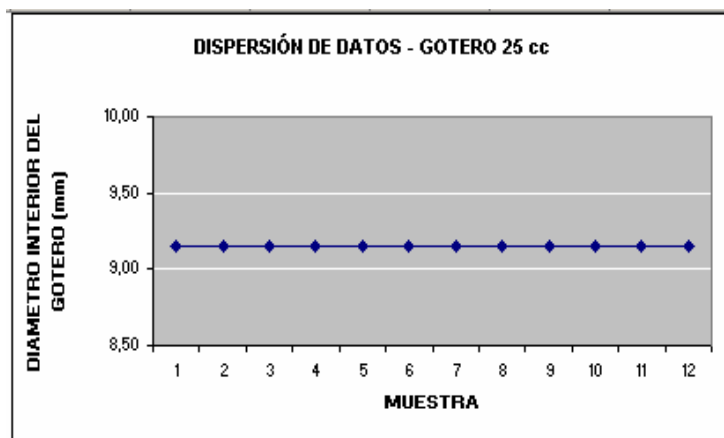


Figura 30. Gráfica de las medidas tomadas a la altura del cuello del gotero de 25 cc

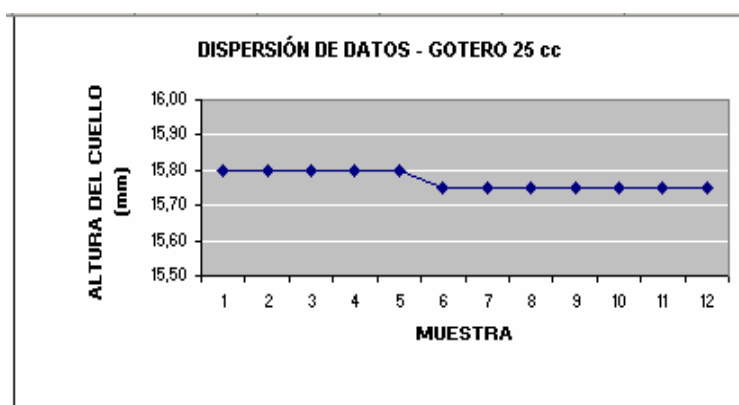


Figura 31. Gráfica de las medidas tomadas al paso de la rosca en el gotero de 25 cc

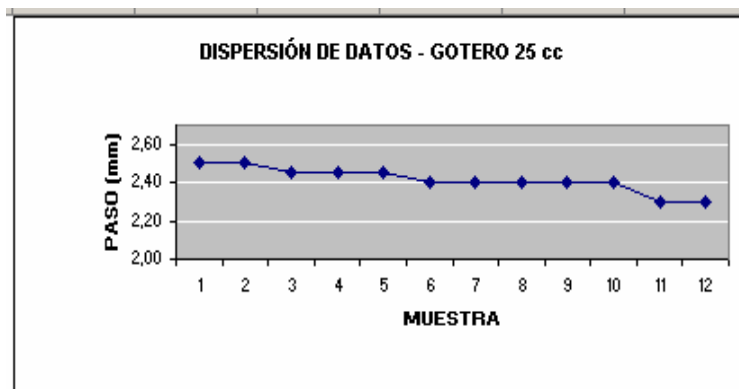


Figura 32. Gráfica de las medidas tomadas a la altura total del gotero de 25 cc

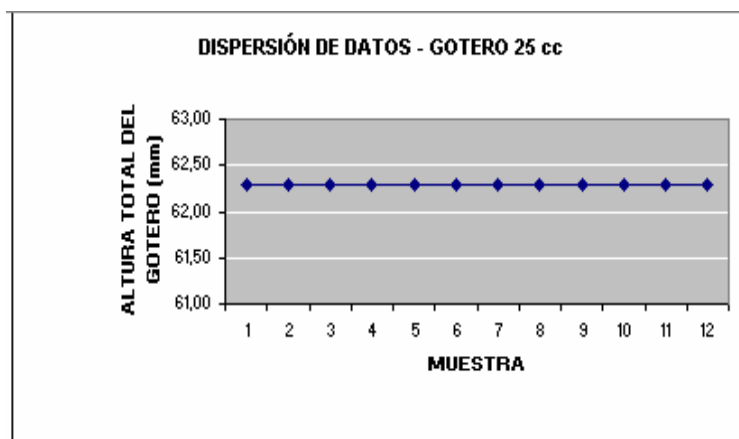


Figura 33. Gráfica de las medidas tomadas al peso del gotero de 25 cc

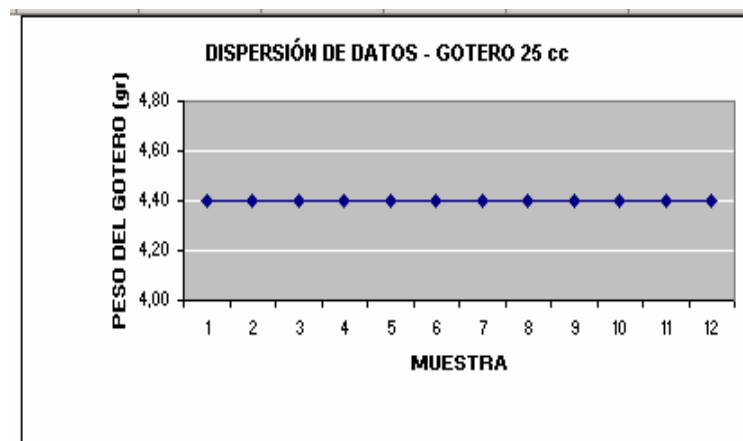


Figura 34. Gráfica de las medidas tomadas al volumen del gotero de 25 cc

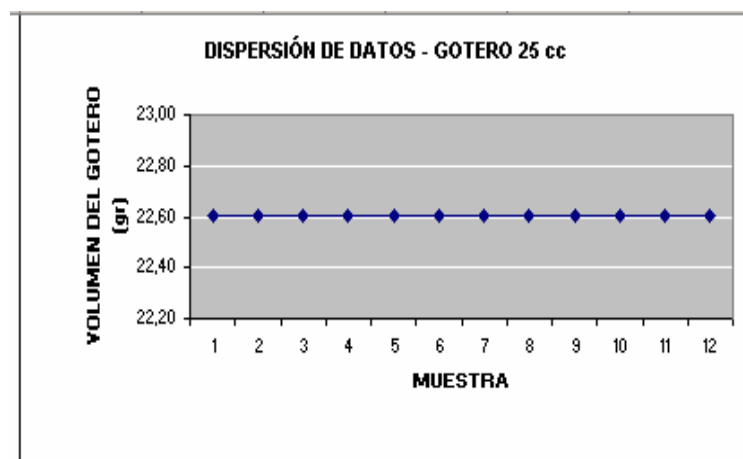
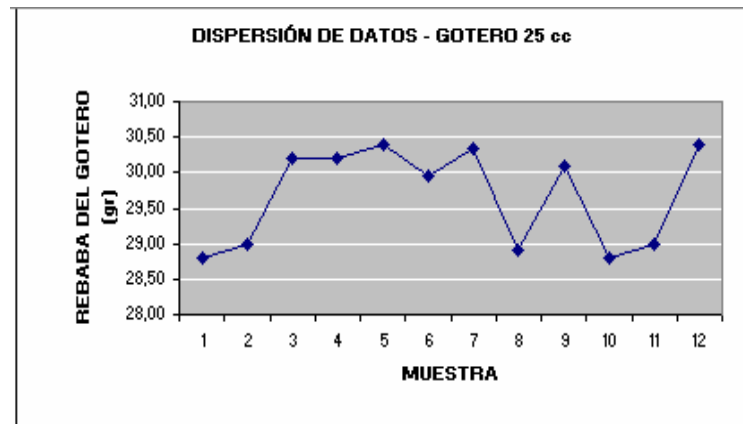


Figura 35. Gráfica de las medidas tomadas a la rebaba del gotero de 25 cc



En este criterio (un solo producto medido en diferente tiempo) podemos observar que solamente hubo variación en:

- **Altura de cuello:** Al momento de cortar la rebaba con la cuchilla el operario lo realiza sin tener el cuidado para que el producto quede con la medida requerida.
- **Paso del filete:** Esto se debe a que la orientación de las moléculas en el momento en que entran al molde no se distribuyen uniformemente, lo que origina que en ocasiones varíe su medición.
- **Rebaba desprendida:** Se origina en la parte superior e inferior del gotero al momento del cierre del molde, su variación se relaciona con el tiempo que se le da a la máquina para el corte del parison; pues el operario realiza cambios en los tiempos sin control.

- ❖ Varios productos de la misma clase en diferente tiempo.

Figura 36. Gráfica de las medidas tomadas al diámetro exterior de la rosca en el gotero de 25 cc

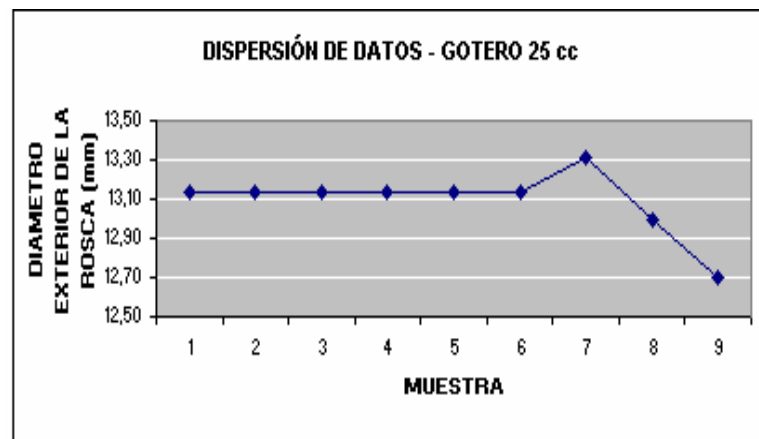


Figura 37. Gráfica de las medidas tomadas al diámetro de raíz de la rosca en el gotero de 25 cc

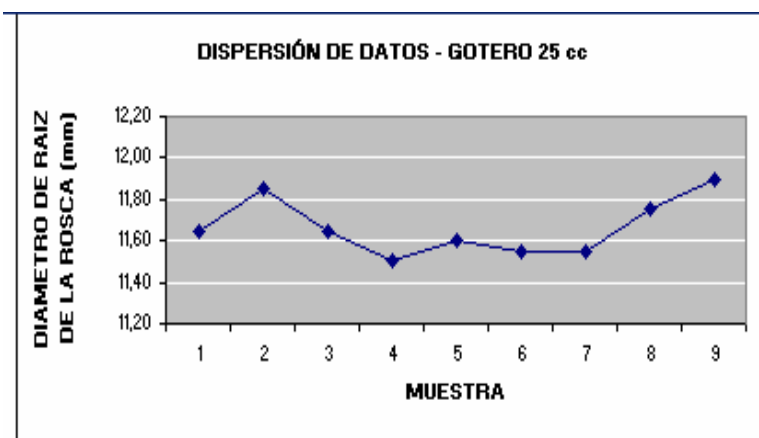


Figura 38. Gráfica de las medidas tomadas a la altura del filete en el gotero de 25 cc

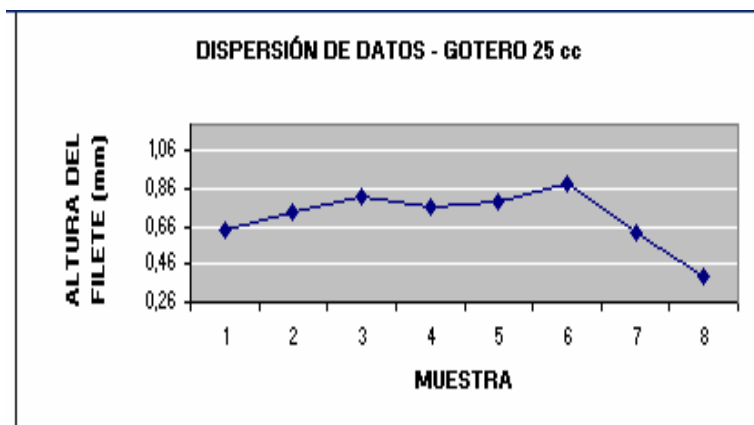


Figura 39. Gráfica de las medidas tomadas al diámetro interior en el gotero de 25 cc

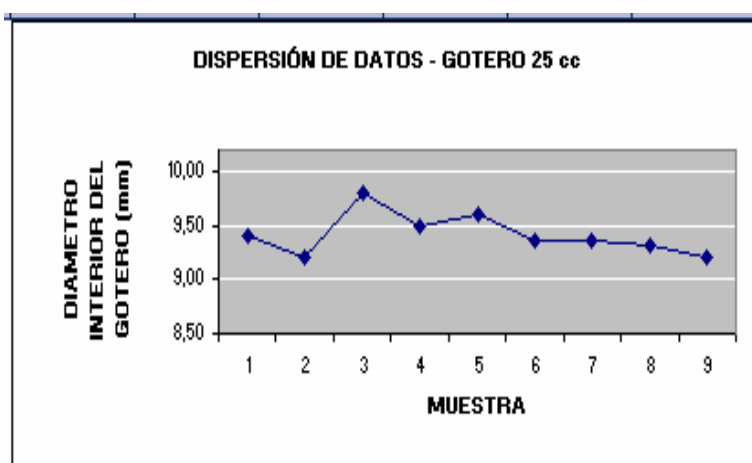


Figura 40. Gráfica de las medidas tomadas al paso de la rosca del gotero de 25 cc

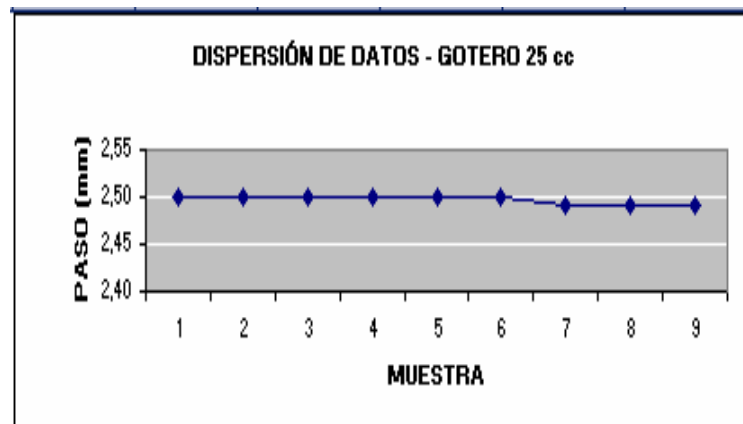


Figura 41. Gráfica de las medidas tomadas a la altura del gotero de 25 cc

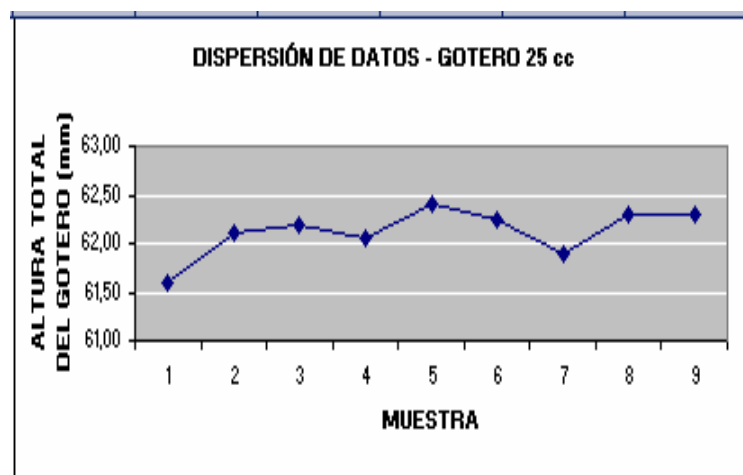


Figura 42. Gráfica de las medidas tomadas a la altura del cuello en el gotero de 25 cc

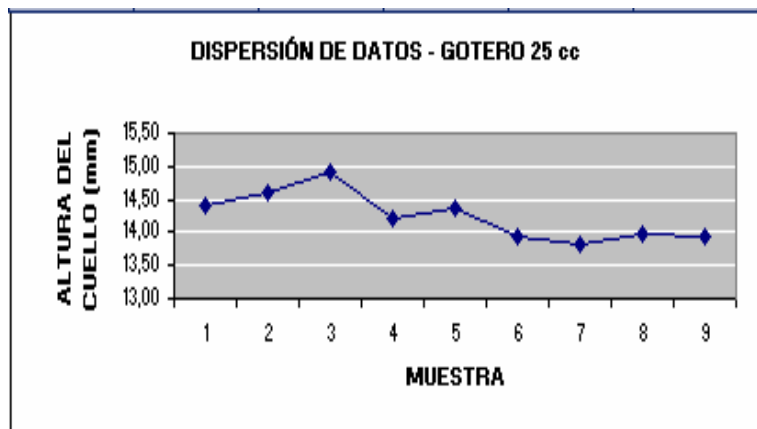


Figura 43. Gráfica de las medidas tomadas al peso del gotero de 25 cc

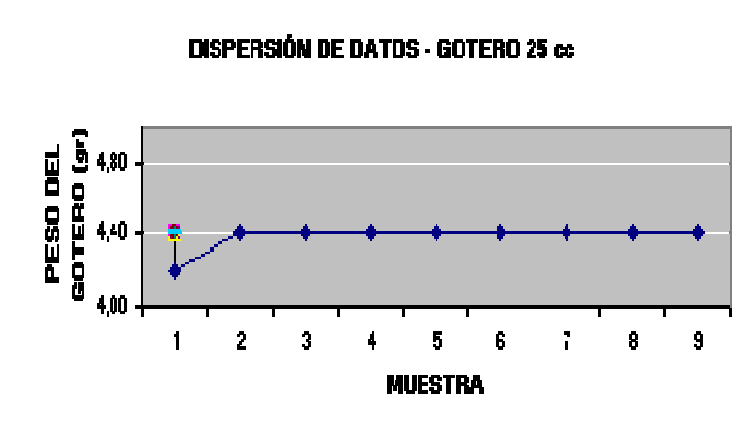
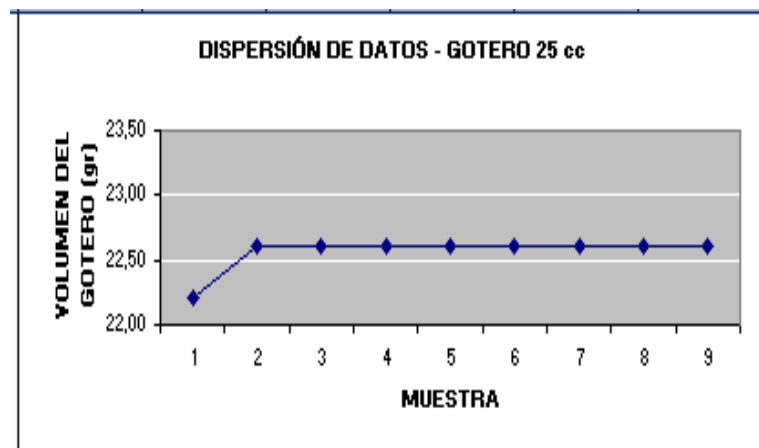


Figura 44. Gráfica de las medidas tomadas al volumen del gotero de 25 cc



En este criterio (varios productos de la misma clase en diferente tiempo), la variación en las dimensiones fue más evidente puesto que se tomaron varios goteros, lo que nos indica que existen parámetros muy dispersos y que se debe establecer las tolerancias en las cuales pueda variar el producto.

- ❖ Varios productos sin tener en cuenta el tiempo.

Figura 45. Gráfica de las medidas tomadas al diámetro exterior de la rosca en el gotero de 25 cc

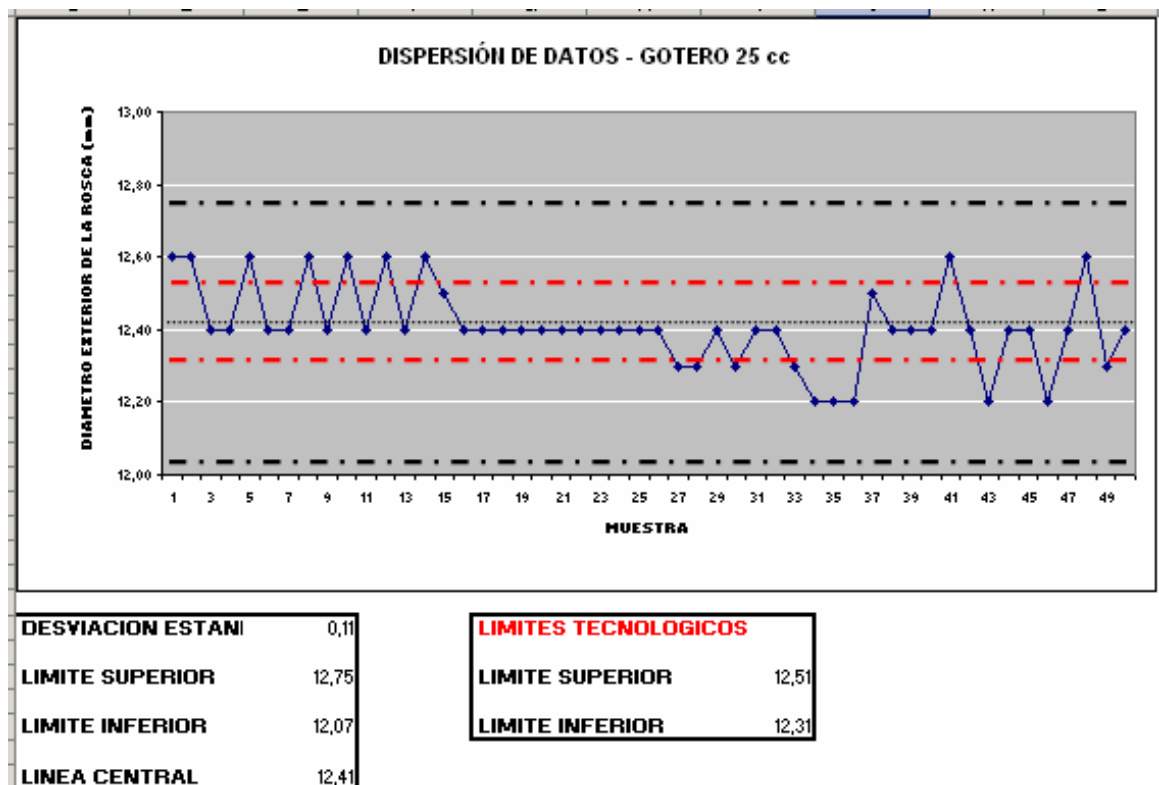


Figura 46. Gráfica de las medidas tomadas al diámetro de raíz de la rosca en el gotero de 25 cc

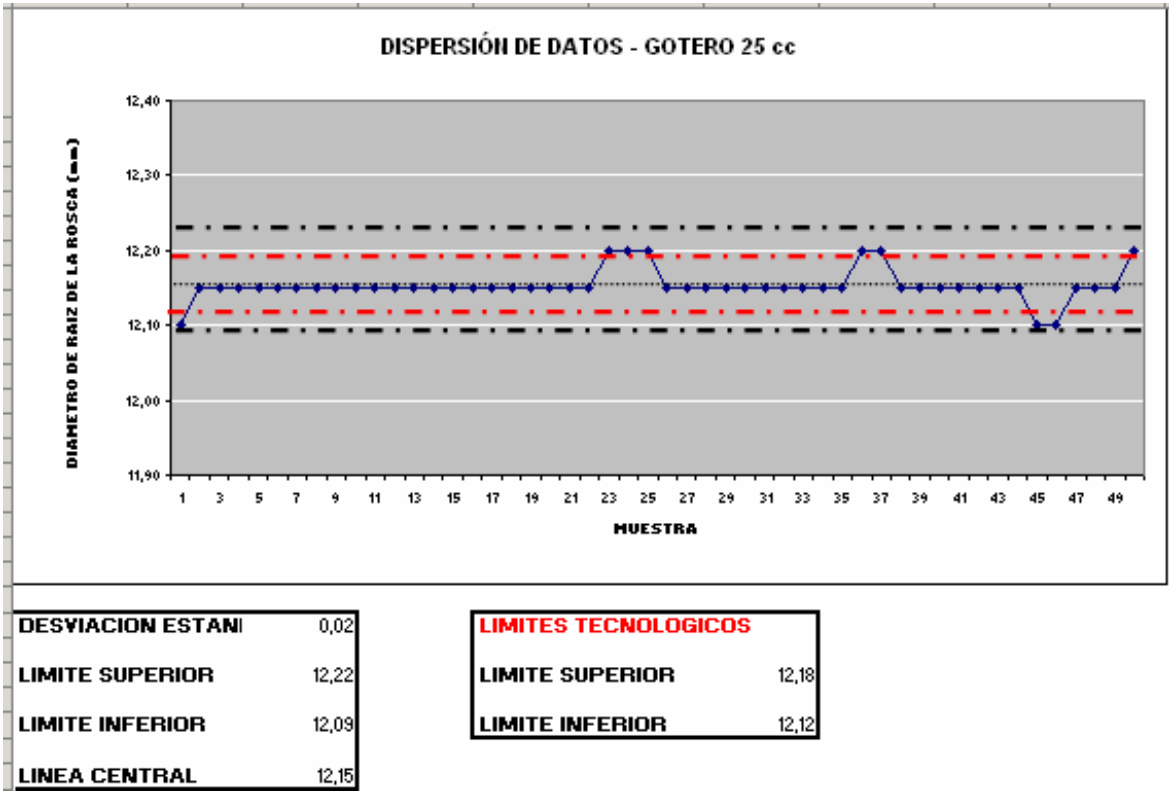


Figura 47. Gráfica de las medidas tomadas a la altura del filete en el gotero de 25 cc

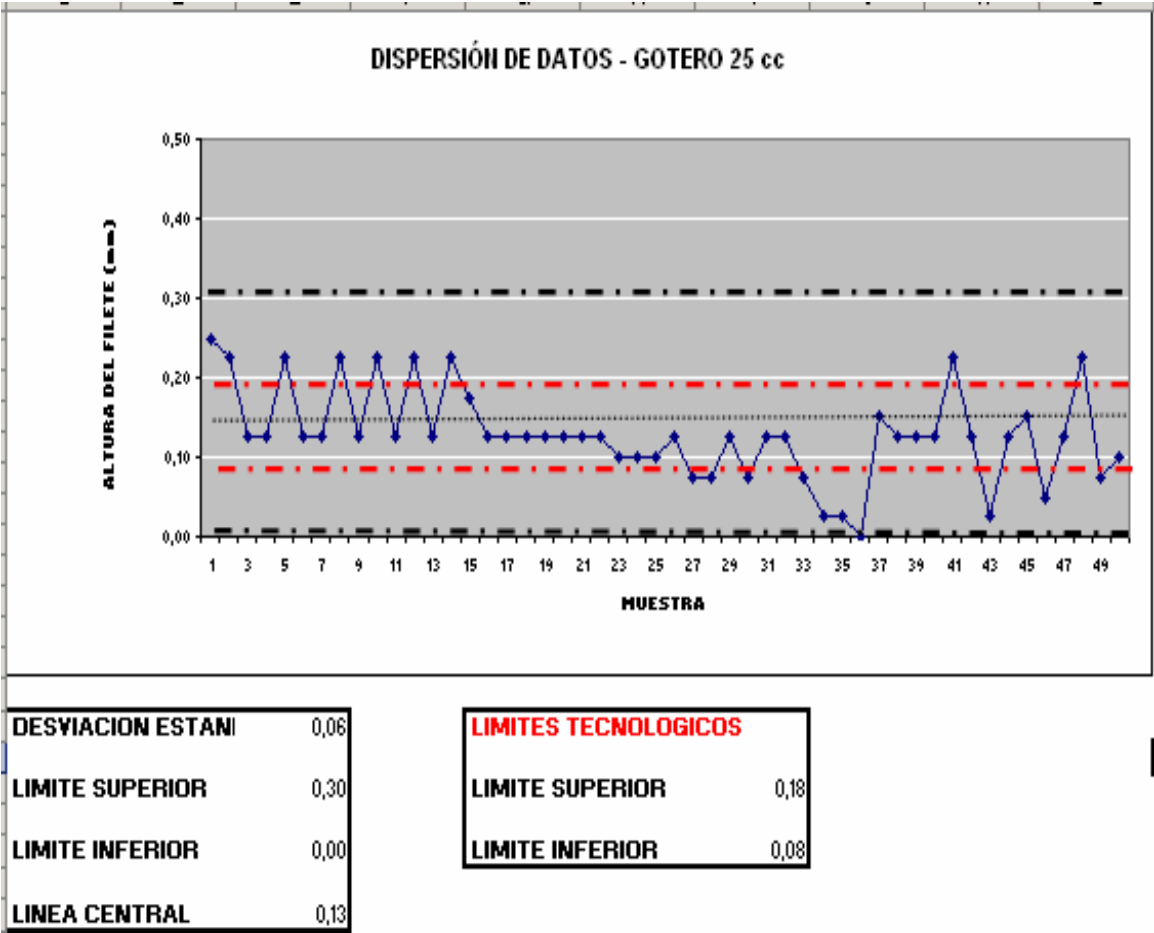


Figura 48. Gráfica de las medidas tomadas al diámetro interior del gotero de 25 cc

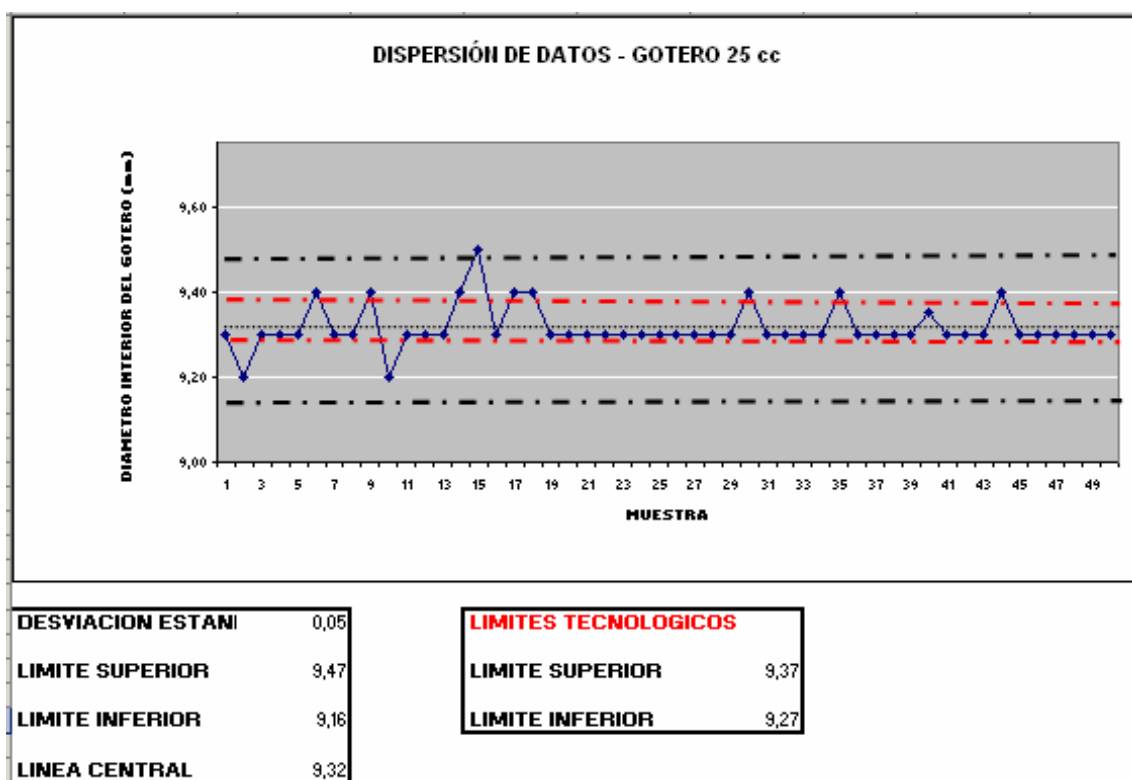


Figura 49. Gráfica de las medidas tomadas a la altura del cuello en el gotero de 25 cc

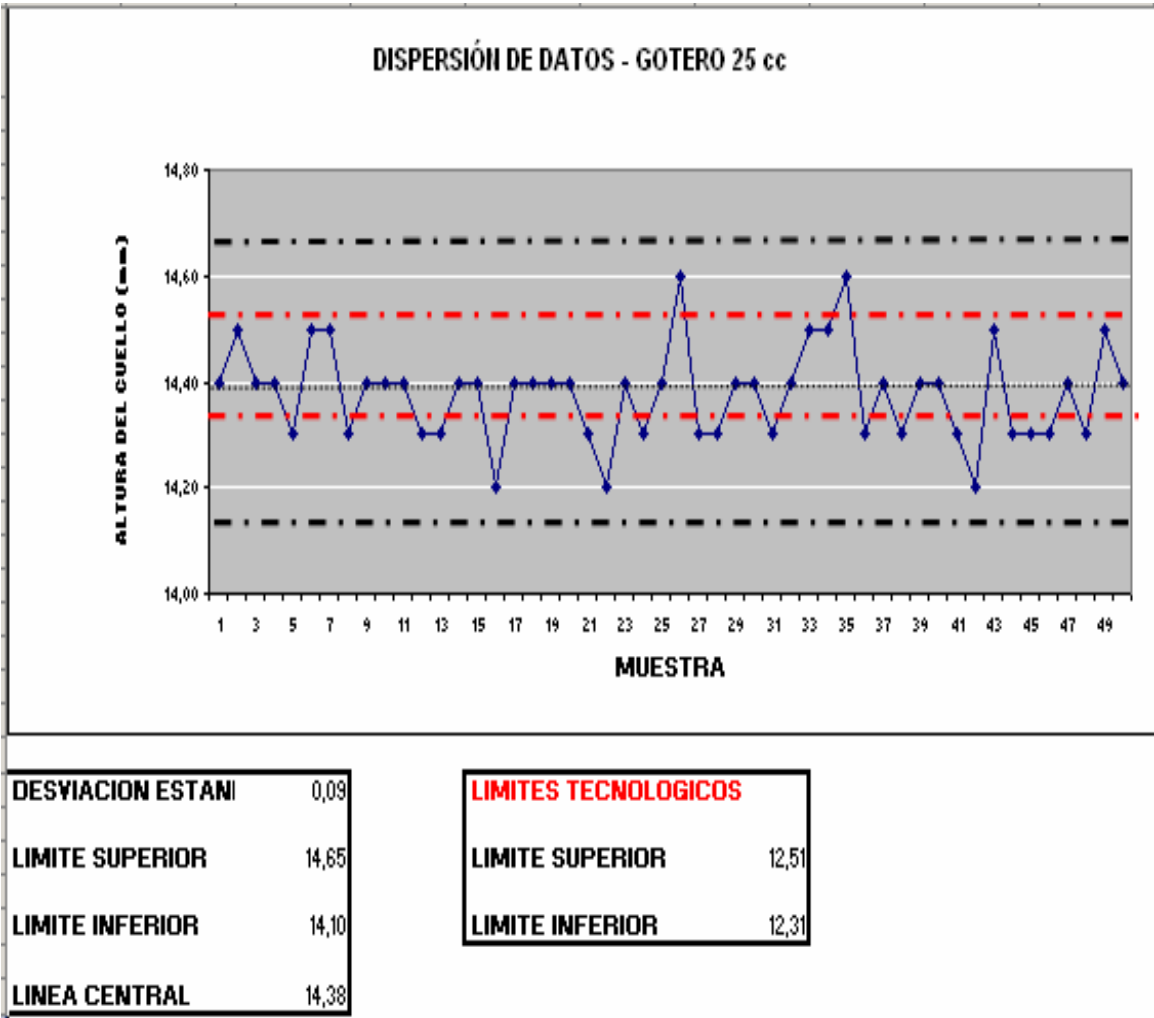


Figura 50. Gráfica de las medidas tomadas al paso de la rosca en el gotero de 25 cc

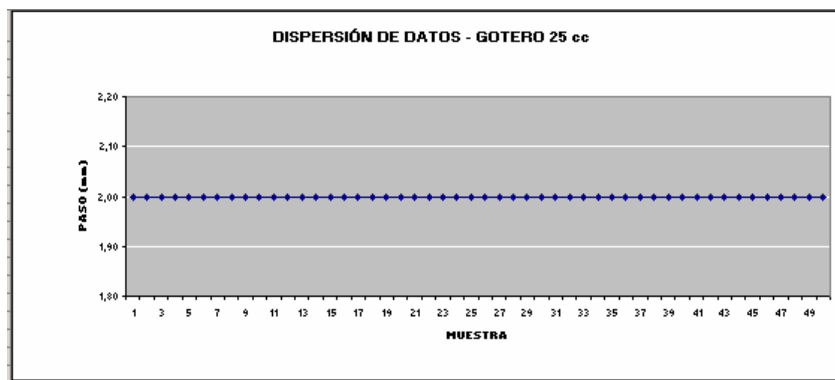


Figura 51. Gráfica de las medidas tomadas a la altura total en el gotero de 25 cc

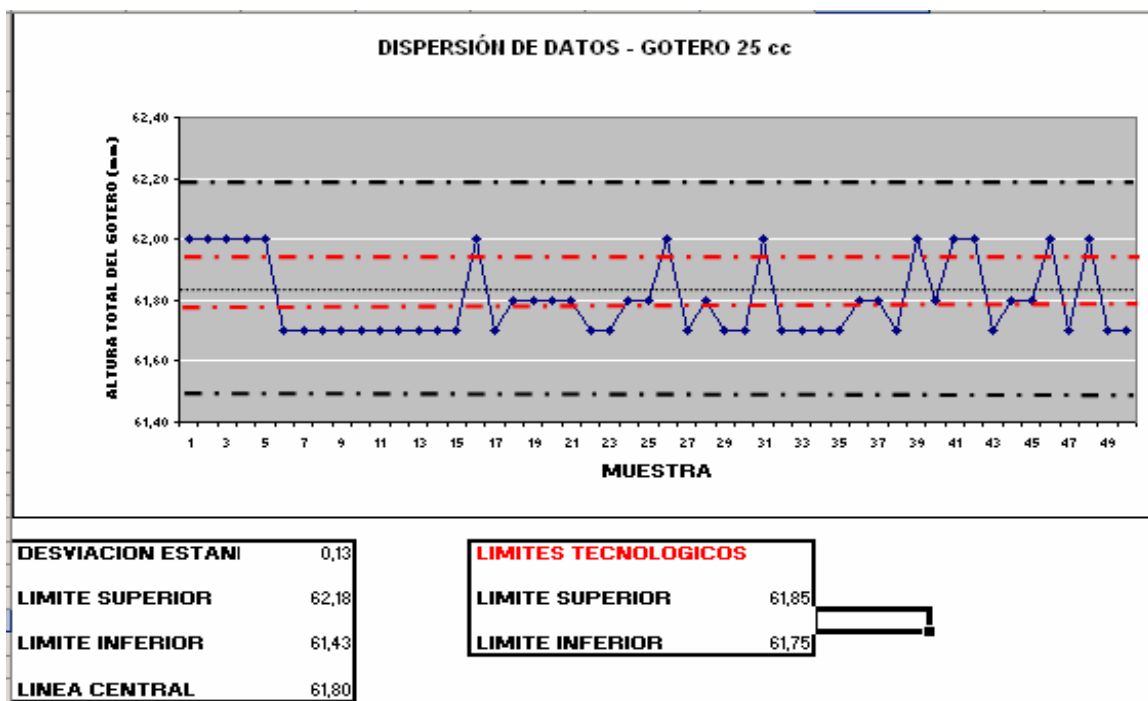


Figura 52. Gráfica de las medidas tomadas al peso en el gotero de 25 cc

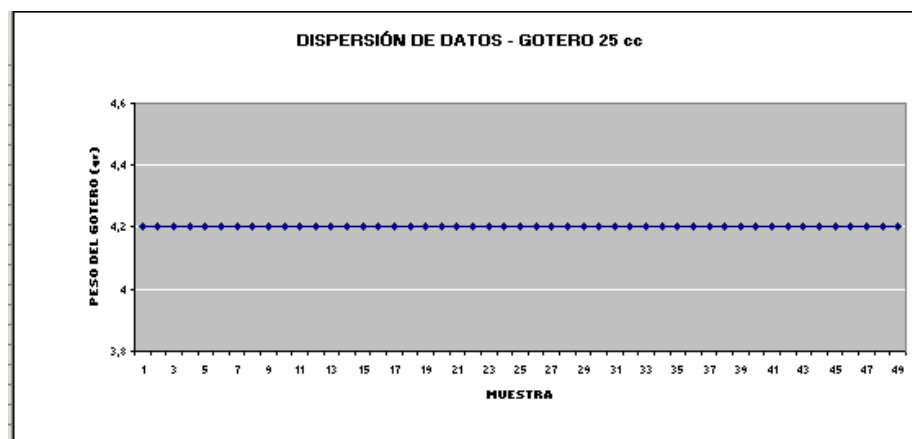


Figura 53. Gráfica de las medidas tomadas al volumen en el gotero de 25 cc

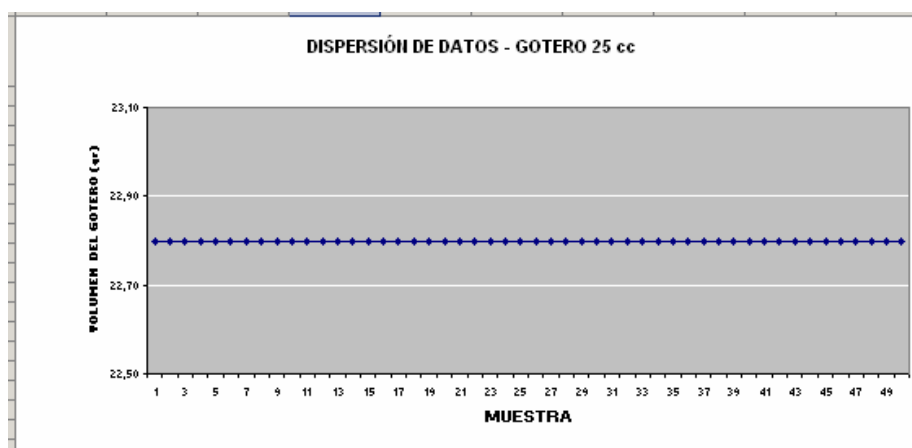
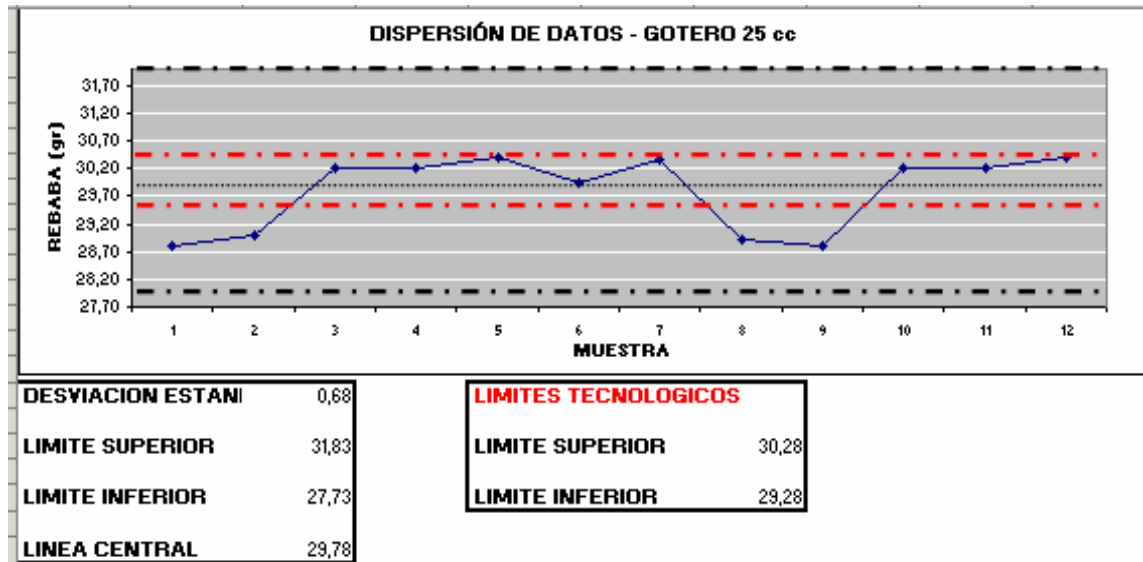


Figura 54. Gráfica de las medidas tomadas a la rebaba en el gotero de 25 cc



En este criterio (varios productos sin tener en cuenta el tiempo) todas las dimensiones tuvieron variación excepto el peso y el volumen. Además hubo gran dispersión de las medidas en general pero con mayor notoriedad en la altura del filete en donde la desviación es muy grande, el limite inferior se bajo en cero ya que al realizar la formula este valor nos daba negativo.

Aquí se definieron los límites tecnológicos, estos se ajustaron de acuerdo a las tolerancias definidas en este gotero y que tuvieron como soporte las dimensiones tomadas en la rosca tanto en el gotero como en las tapas, para definir la variación que tenían y poder determinar a nuestro criterio el punto exacto en el cual la tapa y el gotero tuvieran un ajuste adecuado.

3.1.1.1. Tolerancias gotero de 25 cc.

Figura 55. Tabla de tolerancias para el gotero de 25 cc con respecto a la tapa gotero de seguridad de 12 mm y el pitorro

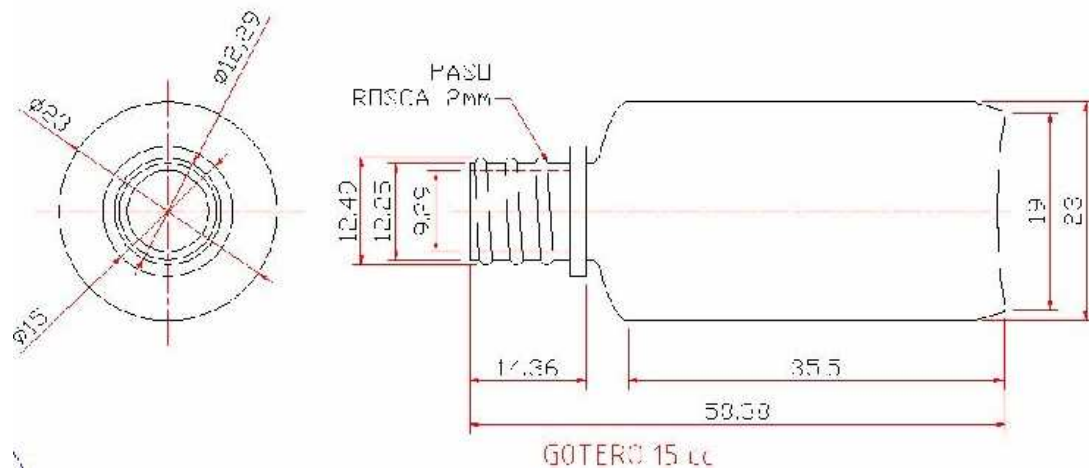
GOTERO 25 cc		TAPA GOTERO		APRIETES		PITORRO	GOTERO	JUEGOS	
DIAMETRO EXTERIOR DE LA ROSCA DEL GOTERO (mm)	DIAMETRO DE RAIZ DE LA ROSCA (mm)	DIAMETRO INTERIOR DE LA TAPA (mm)	DIAMETRO DE RAIZ DE LA TAPA (mm)	GOTERO TAPA	TAPA GOTERO	DIAMETRO EXTERIOR DEL PITORRO (mm)	DIAMETRO INTERIOR DEL GOTERO (mm)	VARIACION	
12,60	12,10	12,50	13,50	-0,90	0,40	9,20	9,30	-0,10	JUEGO
12,60	12,15	12,30	13,50	-0,90	0,15	9,25	9,20	0,05	APRIETE
12,40	12,15	12,50	13,50	-1,10	0,35	9,25	9,30	-0,05	JUEGO
12,40	12,15	12,50	13,50	-1,10	0,35	9,20	9,30	-0,10	JUEGO
12,60	12,15	12,40	13,50	-0,90	0,25	9,20	9,30	-0,10	JUEGO
12,40	12,15	12,20	13,50	-1,10	0,05	9,35	9,40	-0,05	JUEGO
12,40	12,15	12,40	13,40	-1,00	0,25	9,30	9,30	0,00	APRIETE
12,60	12,15	12,40	13,60	-1,00	0,25	9,30	9,30	0,00	APRIETE
12,40	12,15	12,40	13,40	-1,00	0,25	9,25	9,40	-0,15	JUEGO
12,60	12,15	12,00	13,20	-0,60	-0,15	9,35	9,20	0,15	APRIETE
12,40	12,15	12,40	12,90	-0,50	0,25	9,30	9,30	0,00	APRIETE
12,60	12,15	12,20	13,50	-0,90	0,05	9,25	9,30	-0,05	JUEGO
12,40	12,15	12,00	13,60	-1,20	-0,15	9,25	9,30	-0,05	JUEGO
12,60	12,15	12,40	13,40	-0,80	0,25	9,35	9,40	-0,05	JUEGO
12,50	12,15	12,20	13,60	-1,10	0,05	9,30	9,50	-0,20	JUEGO
12,40	12,15	12,10	13,50	-1,10	-0,05	9,25	9,30	-0,05	JUEGO
12,40	12,15	12,40	13,50	-1,10	0,25	9,30	9,40	-0,10	JUEGO
12,40	12,15	12,40	13,50	-1,10	0,25	9,25	9,40	-0,15	JUEGO
12,40	12,15	12,40	13,40	-1,00	0,25	9,25	9,30	-0,05	JUEGO
12,40	12,15	11,75	13,60	-1,20	-0,40	9,35	9,30	0,05	APRIETE
12,40	12,15	12,00	13,40	-1,00	-0,15	9,25	9,30	-0,05	JUEGO
12,40	12,15	12,40	13,40	-1,00	0,25	9,20	9,30	-0,10	JUEGO
12,40	12,20	12,50	13,40	-1,00	0,30	9,20	9,30	-0,10	JUEGO
12,40	12,20	12,30	13,60	-1,20	0,10	9,35	9,30	0,05	APRIETE
12,40	12,20	12,50	13,60	-1,20	0,30	9,35	9,30	0,05	APRIETE
12,40	12,15	12,40	13,50	-1,10	0,25	9,35	9,30	0,05	APRIETE
12,30	12,15	12,40	13,15	-0,85	0,25	9,35	9,30	0,05	APRIETE
12,30	12,15	12,50	13,10	-0,80	0,35	9,25	9,30	-0,05	JUEGO
12,40	12,15	12,20	12,80	-0,40	0,05	9,45	9,30	0,15	APRIETE
12,30	12,15	11,80	13,60	-1,30	-0,35	9,30	9,40	-0,10	JUEGO
12,40	12,15	12,00	13,40	-1,00	-0,15	9,35	9,30	0,05	APRIETE
12,40	12,15	12,00	12,90	-0,50	-0,15	9,30	9,30	0,00	APRIETE
12,30	12,15	12,40	13,50	-1,20	0,25	9,45	9,30	0,15	APRIETE
12,20	12,15	12,40	13,40	-1,20	0,25	9,25	9,30	-0,05	JUEGO
12,20	12,15	12,00	13,20	-1,00	-0,15	9,30	9,40	-0,10	JUEGO

GOTERO 25 cc		TAPA GOTERO		APRIETES		PITORRO	GOTERO	JUEGOS	
DIAMETRO EXTERIOR DE LA ROSCA DEL GOTERO (mm)	DIAMETRO DE RAIZ DE LA ROSCA (mm)	DIAMETRO INTERIOR DE LA TAPA (mm)	DIAMETRO DE RAIZ DE LA TAPA (mm)	GOTERO TAPA	TAPA GOTERO	DIAMETRO EXTERIOR DEL PITORRO (mm)	DIAMETRO INTERIOR DEL GOTERO (mm)	VARIACION	
12,20	12,20	12,40	13,35	-1,15	0,20	9,35	9,30	0,05	APRIETE
12,50	12,20	12,40	13,20	-0,70	0,20	9,30	9,30	0,00	APRIETE
12,40	12,15	12,00	13,40	-1,00	-0,15	9,25	9,30	-0,05	JUEGO
12,40	12,15	12,40	13,35	-0,95	0,25	9,20	9,30	-0,10	JUEGO
12,40	12,15	12,40	13,30	-0,90	0,25	9,35	9,35	0,00	APRIETE
12,60	12,15	12,40	13,20	-0,60	0,25	9,35	9,30	0,05	APRIETE
12,40	12,15	12,30	13,30	-0,90	0,15	9,20	9,30	-0,10	JUEGO
12,20	12,15	12,15	13,35	-1,15	0,00	9,35	9,30	0,05	APRIETE
12,40	12,15	12,40	13,30	-0,90	0,25	9,25	9,40	-0,15	JUEGO
12,40	12,10	12,20	13,30	-0,90	0,10	9,20	9,30	-0,10	JUEGO
12,20	12,10	12,30	13,00	-0,80	0,20	9,30	9,30	0,00	APRIETE
12,40	12,15	12,00	13,00	-0,60	-0,15	9,30	9,30	0,00	APRIETE
12,60	12,15	12,20	13,10	-0,50	0,05	9,35	9,30	0,05	APRIETE
12,30	12,15	12,10	13,30	-1,00	-0,05	9,40	9,30	0,10	APRIETE
12,40	12,20	12,00	13,20	-0,80	-0,20	9,25	9,30	-0,05	JUEGO

Después de haber analizado los datos en la tabla de las tolerancias, podemos observar que existen valores negativos que nos indican juego y valores negativos que nos indican aprietes. El mayor porcentaje que corresponde al apriete significa que se deben ajustar los valores de las tolerancias en la ficha técnica de tal forma que los productos se estandaricen. También se analizó las tolerancias del diámetro exterior del pitorro con respecto al diámetro interior del gotero se concluye nuevamente que hay apriete y que se deben ajustar las tolerancias en las fichas técnicas.

3.1.2. Análisis para el gotero de 15 cc. Las medidas tomadas para este gotero fueron: Diámetro exterior de la rosca, diámetro de raíz de la rosca, altura del filete, diámetro interior del gotero, altura del cuello, paso, altura total, peso, volumen y rebaba.

Figura 56. Dibujo gotero de 15 cc



Elaborado por: CEDEÑO, Carlos Andrés. Cali, 15 de Enero de 2007.

❖ Un solo producto de la misma clase en diferente tiempo.

Figura 57. Gráfica de las medidas tomadas al diámetro exterior de la rosca en el gotero de 15 cc

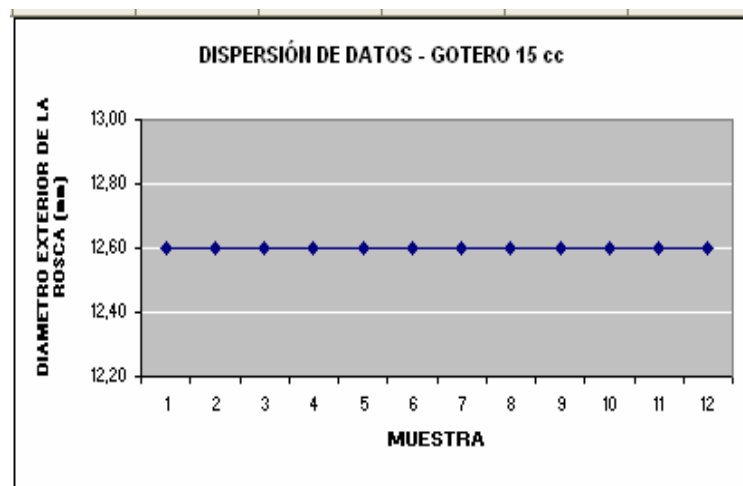


Figura 58. Gráfica de las medidas tomadas a la altura del filete en el gotero de 15 cc

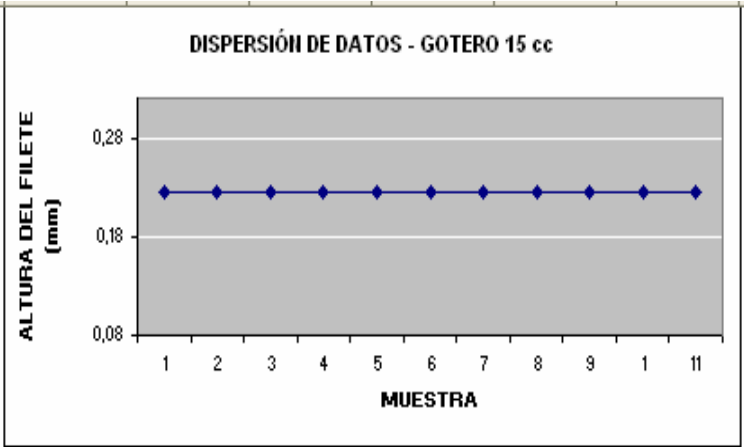


Figura 59. Gráfica de las medidas tomadas al diámetro de raíz de la rosca en el gotero de 15 cc

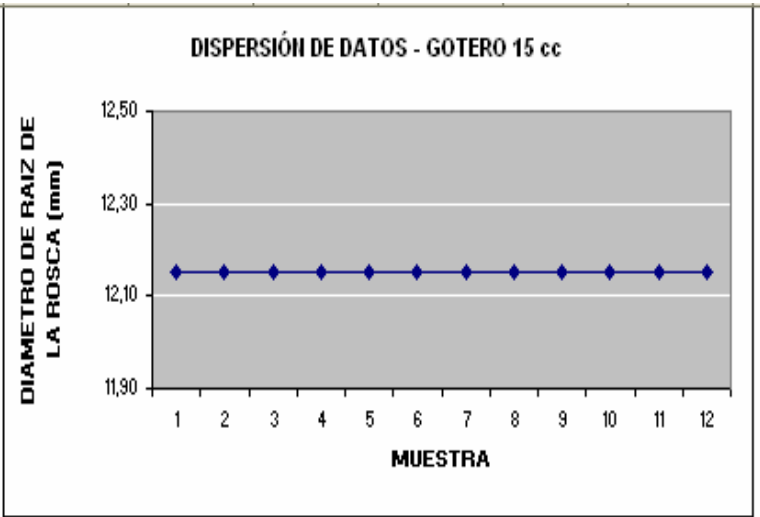


Figura 60. Gráfica de las medidas tomadas al diámetro interior del gotero de 15 cc

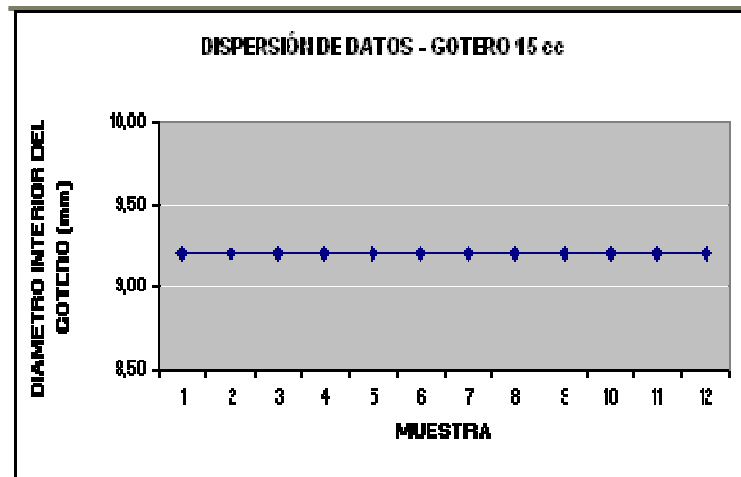


Figura 61. Gráfica de las medidas tomadas a la altura del cuello en el gotero de 15 cc

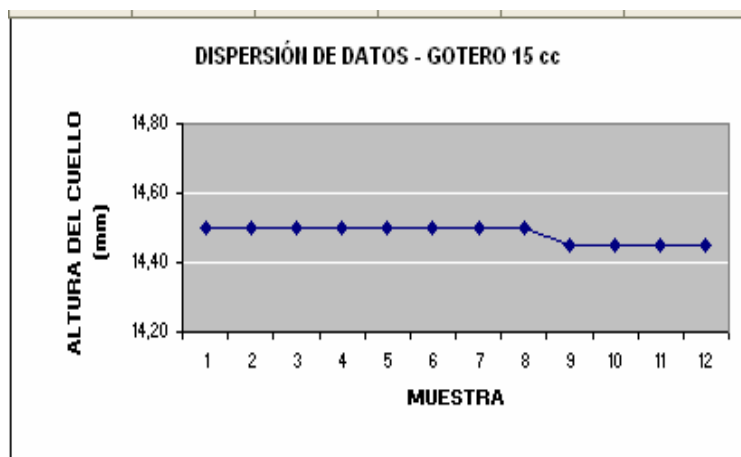


Figura 62. Gráfica de las medidas tomadas al paso de la rosca en el gotero de 15 cc

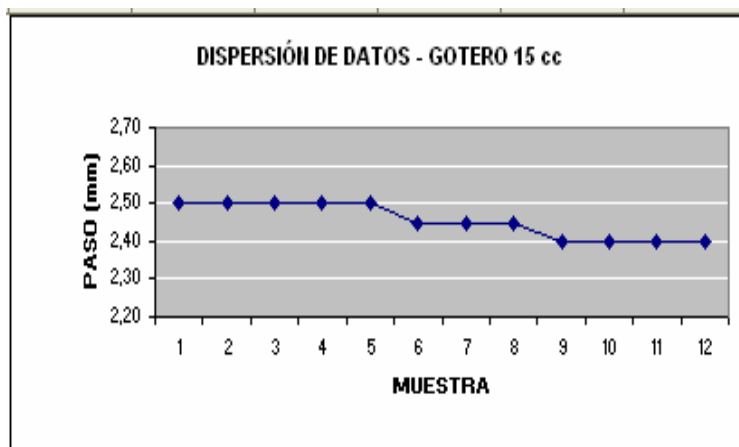


Figura 63. Gráfica de las medidas tomadas a la altura total del gotero de 15 cc

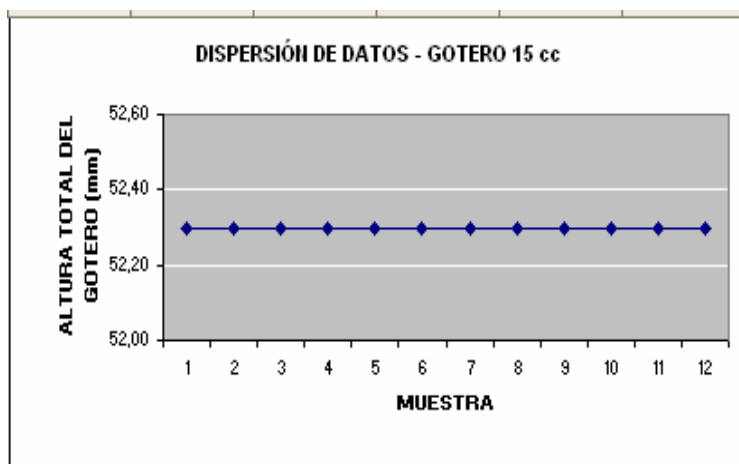


Figura 64. Gráfica de las medidas tomadas al peso del gotero de 15 cc

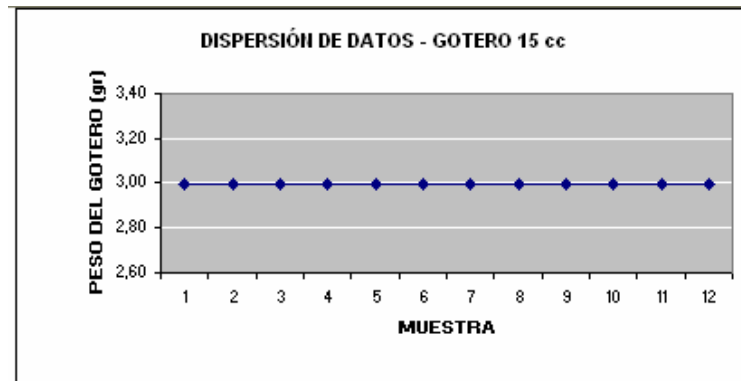


Figura 65. Gráfica de las medidas tomadas al volumen del gotero de 15 cc

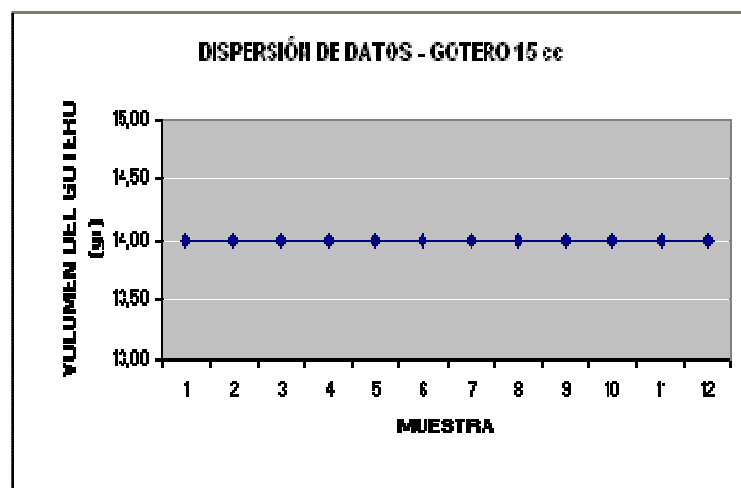
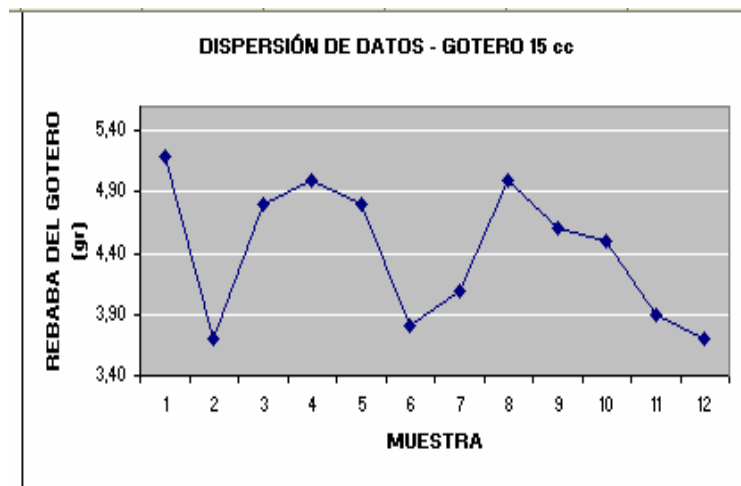


Figura 66. Gráfica de las medidas tomadas a la rebaba del gotero de 15 cc



Se presentaron las mismas variaciones que en el gotero de 25 cc, lo cual es originado por lo explicado en el análisis anterior.

❖ **Varios productos de la misma clase en diferente tiempo.**

Figura 67. Gráfica de las medidas tomadas al diámetro exterior de la rosca en el gotero de 15 cc

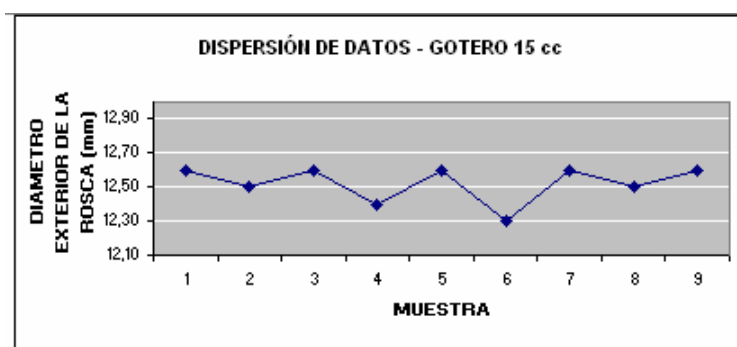


Figura 68. Gráfica de las medidas tomadas al diámetro de raíz de la rosca en el gotero de 15 cc

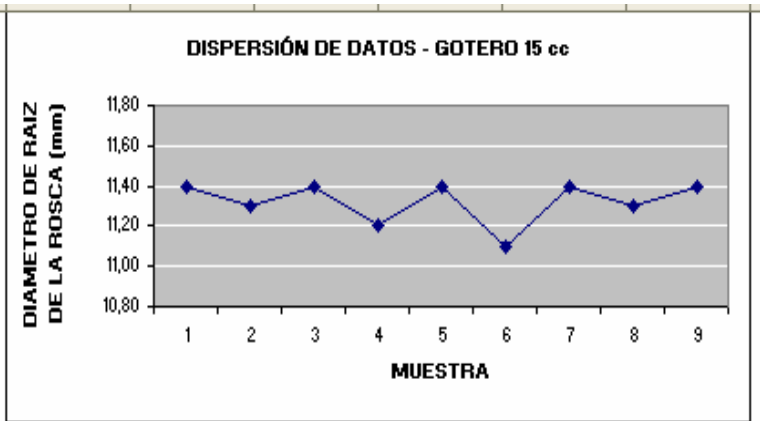


Figura 69. Gráfica de las medidas tomadas a la altura del filete en el gotero de 15 cc

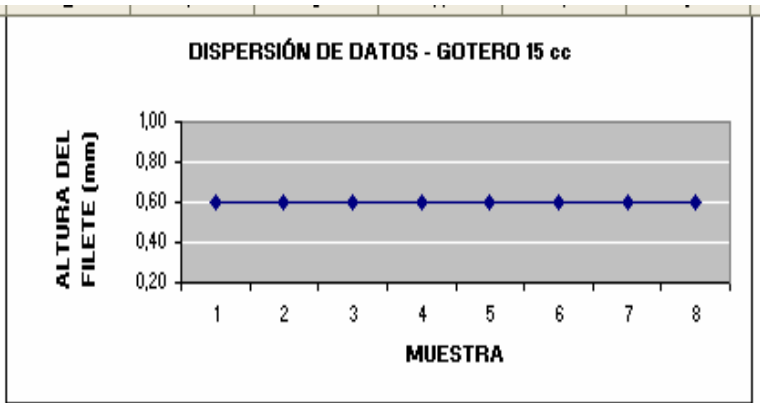


Figura 70. Gráfica de las medidas tomadas al diámetro interior en el gotero de 15 cc

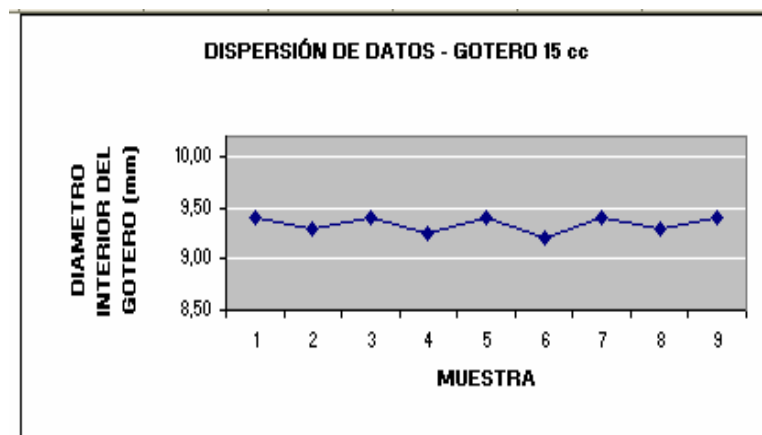


Figura 71. Gráfica de las medidas tomadas a la altura del cuello en el gotero de 15 cc

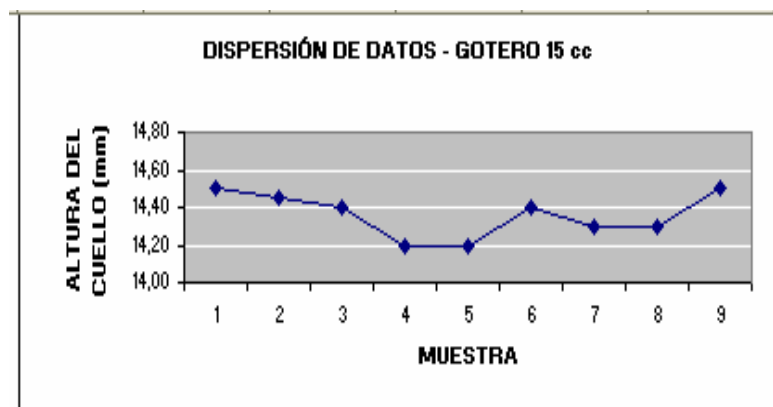


Figura 72. Gráfica de las medidas tomadas al paso de la rosca del gotero de 15 cc

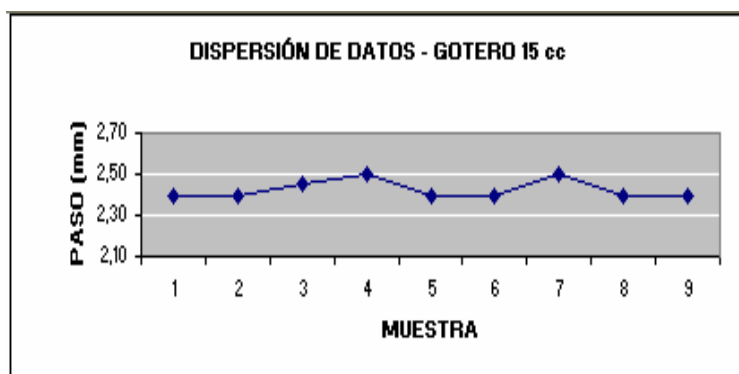


Figura 73. Gráfica de las medidas tomadas a la altura del gotero de 15 cc

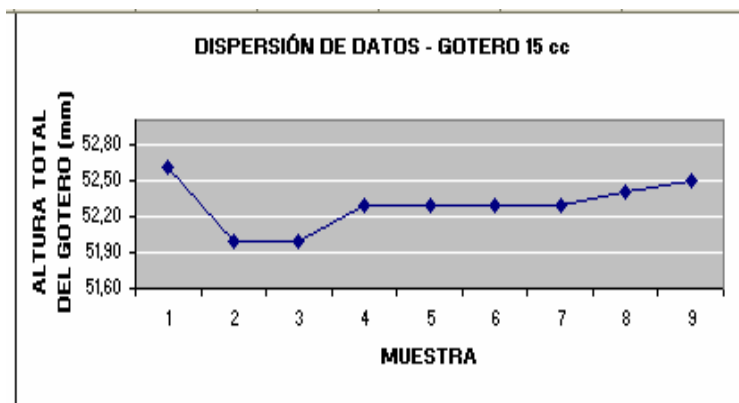


Figura 74. Gráfica de las medidas tomadas al peso del gotero de 15 cc

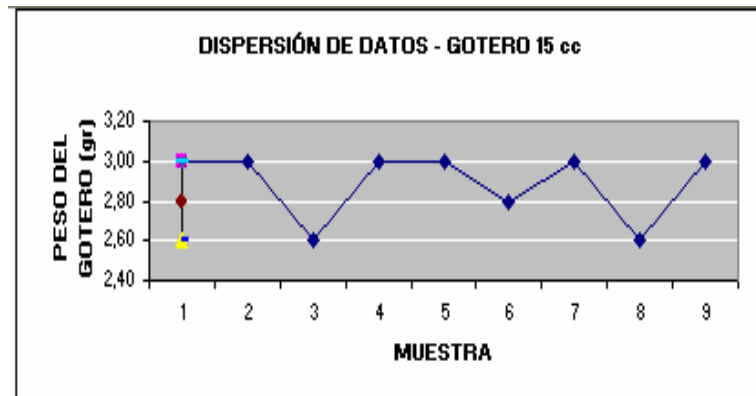


Figura 75. Gráfica de las medidas tomadas al volumen del gotero de 15 cc

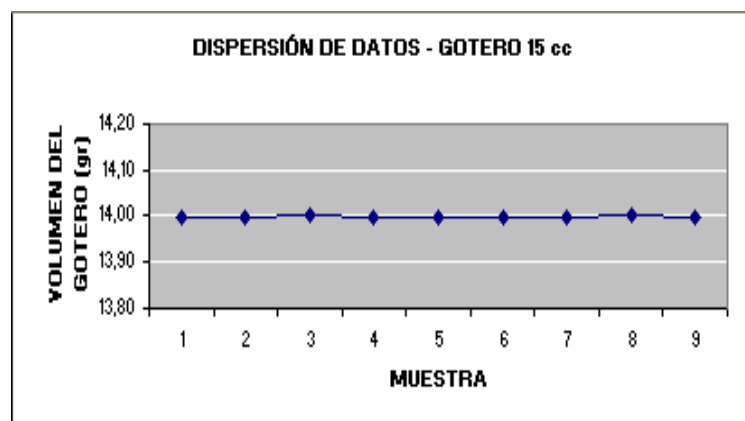
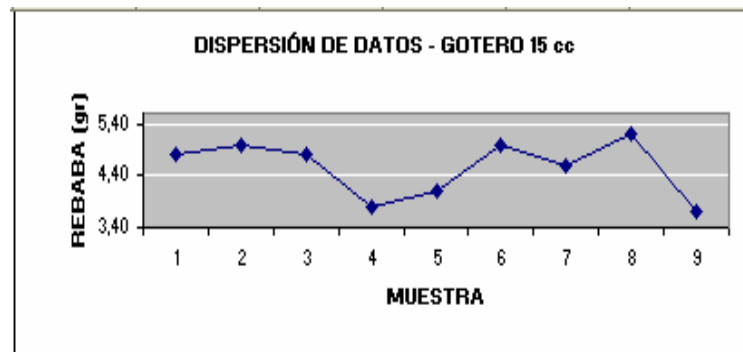


Figura 76. Gráfica de las medidas tomadas a la rebaba en el gotero de 15 cc



Se presentaron las mismas variaciones que el gotero de 25 cc, lo cual es originado por lo explicado en el análisis anterior.

- ❖ Varios productos sin tener en cuenta el tiempo.

Figura 77. Gráfica de las medidas tomadas al diámetro exterior de la rosca en el gotero de 15 cc

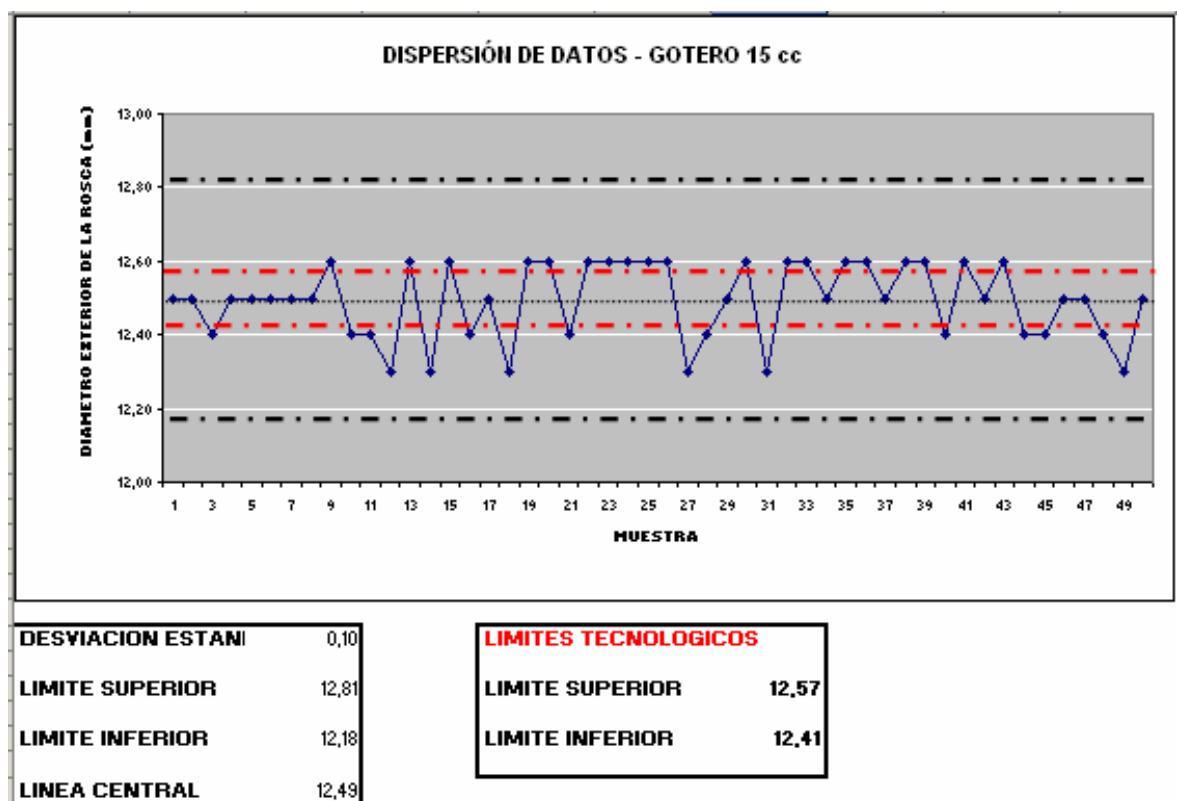


Figura 78. Gráfica de las medidas tomadas al diámetro de raíz de la rosca en el gotero de 15 cc

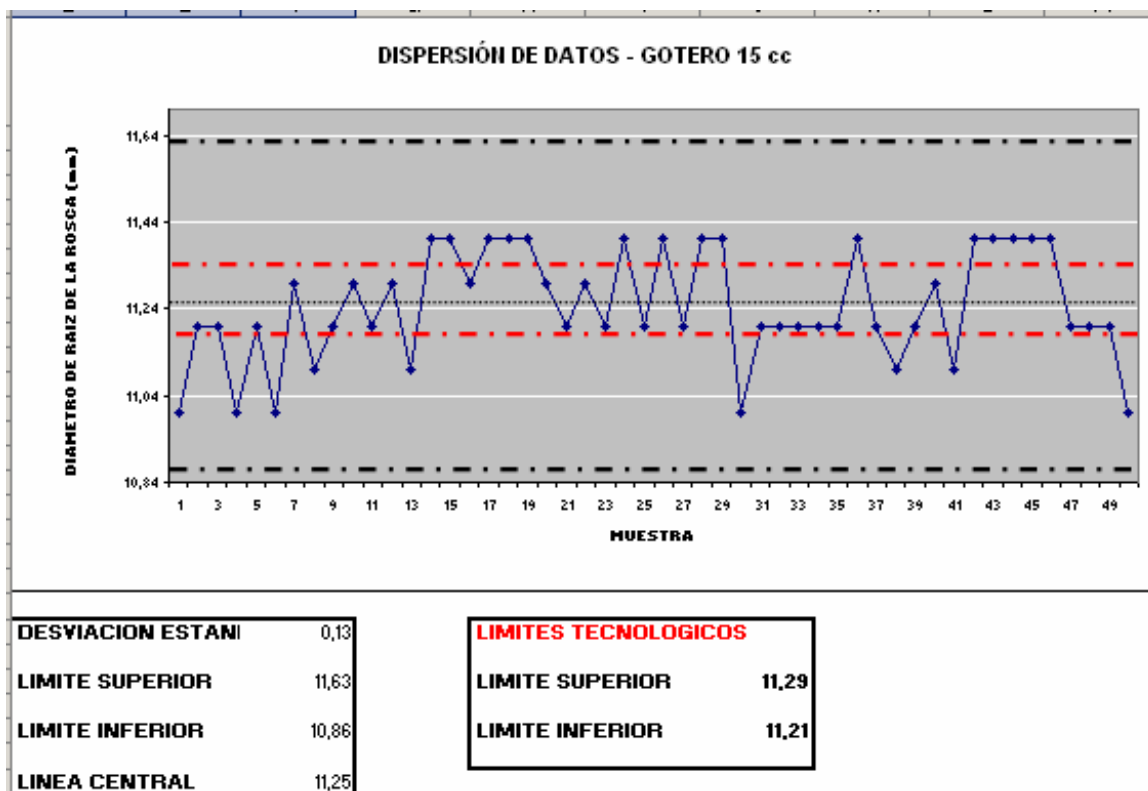


Figura 79. Gráfica de las medidas tomadas a la altura del filete en el gotero de 15 cc

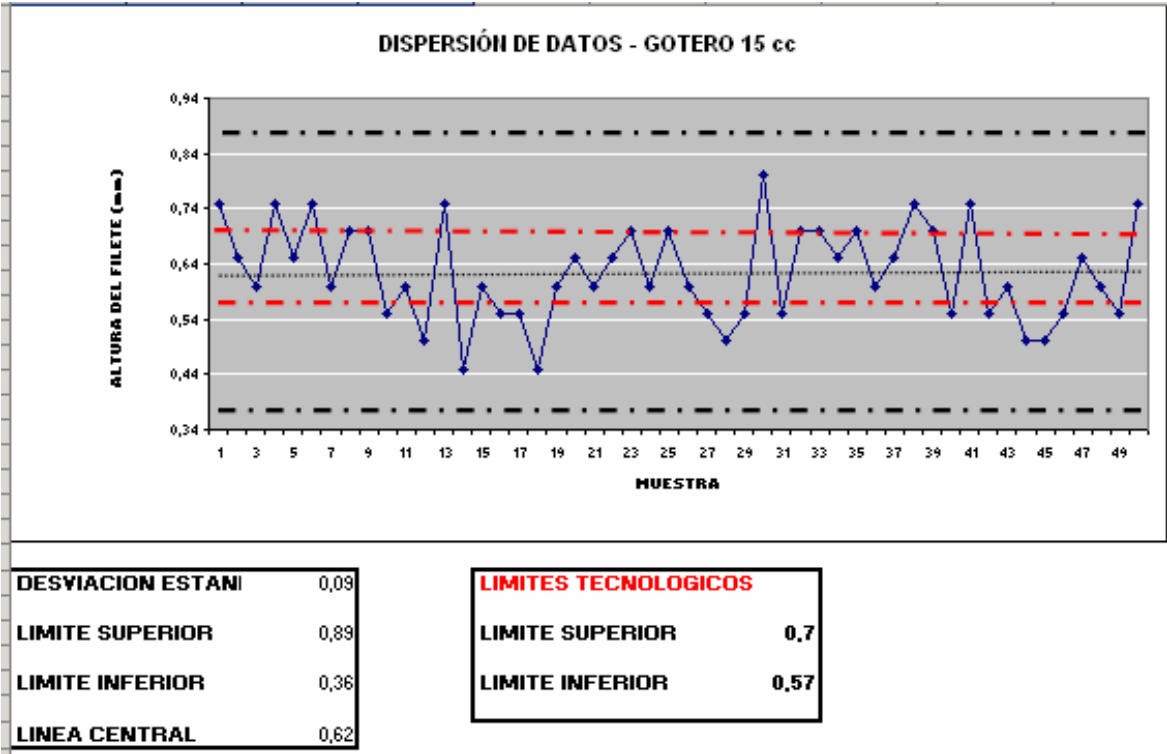


Figura 80. Gráfica de las medidas tomadas al diámetro interior del gotero de 15 cc

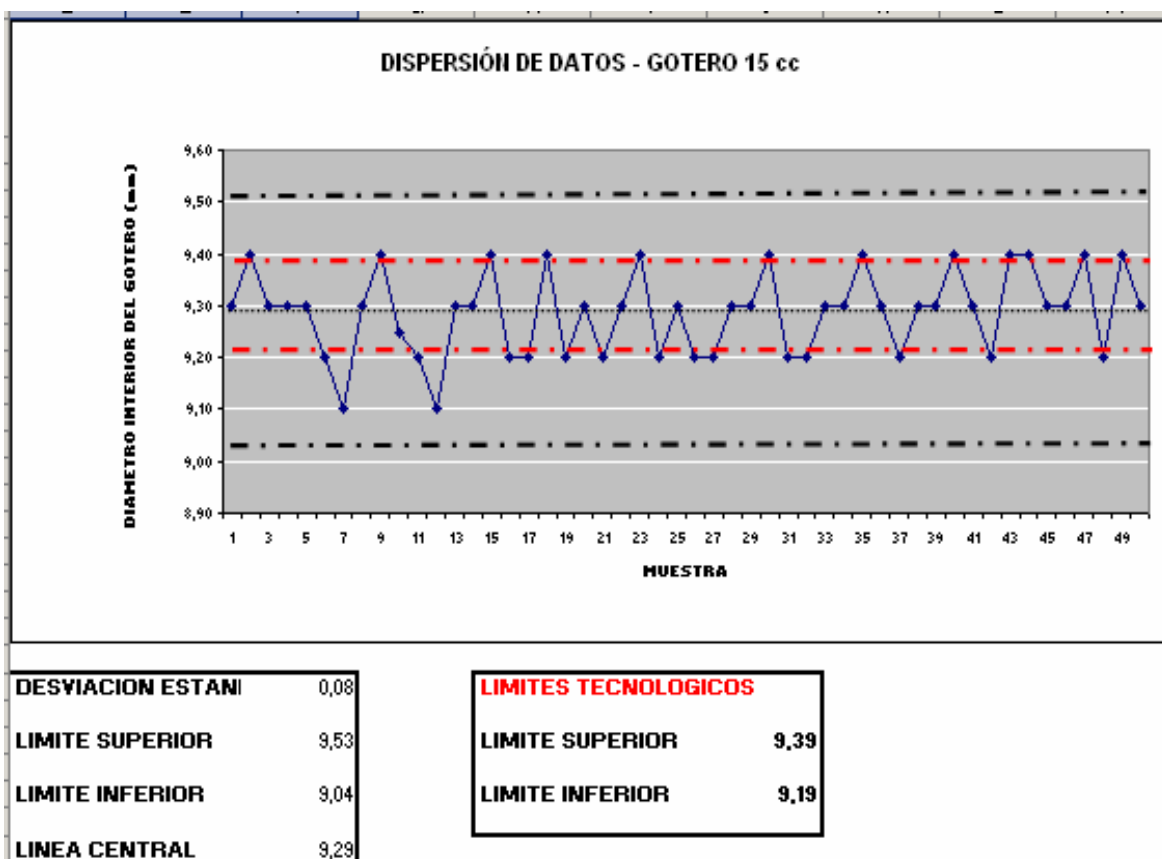


Figura 81. Gráfica de las medidas tomadas a la altura del cuello en el gotero de 15 cc

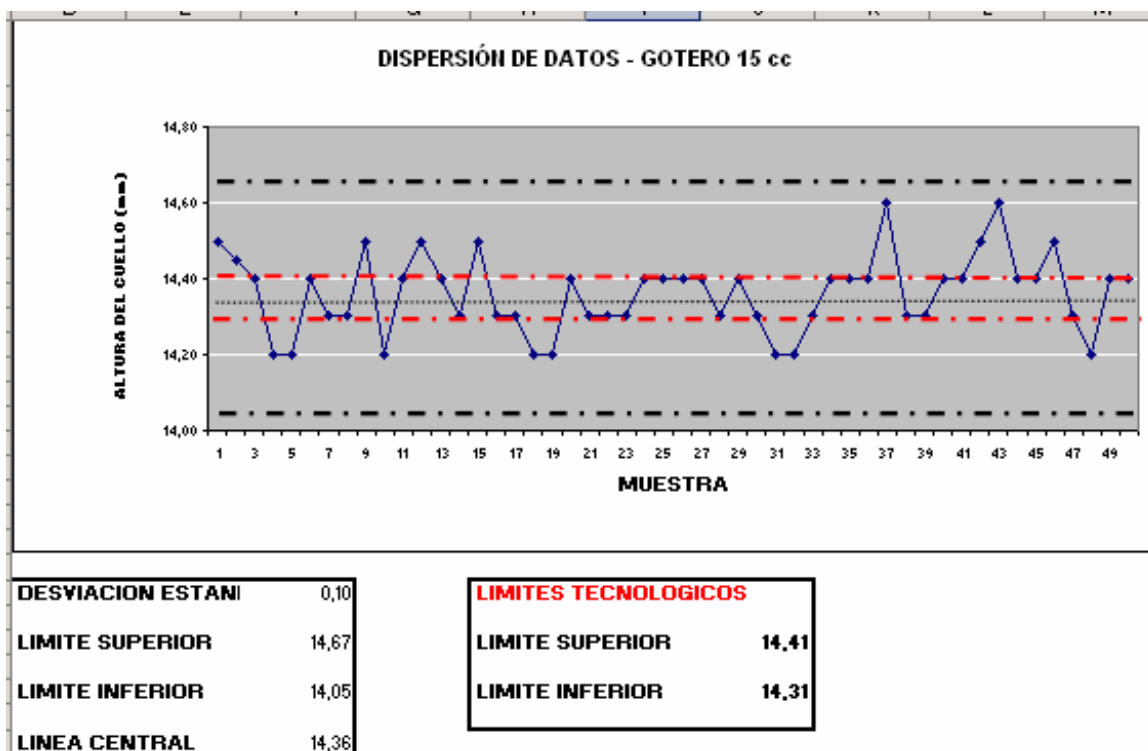


Figura 82. Gráfica de las medidas tomadas al paso de la rosca en el gotero de 15 cc

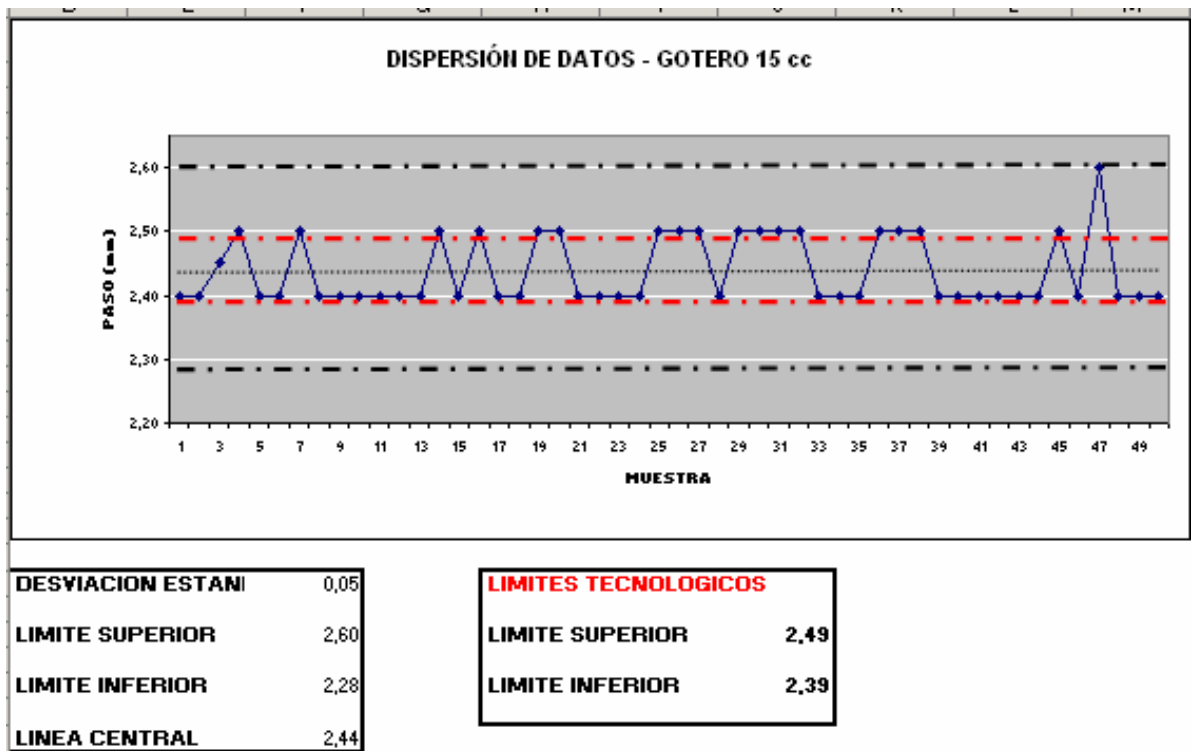


Figura 83. Gráfica de las medidas tomadas a la altura total en el gotero de 15 cc

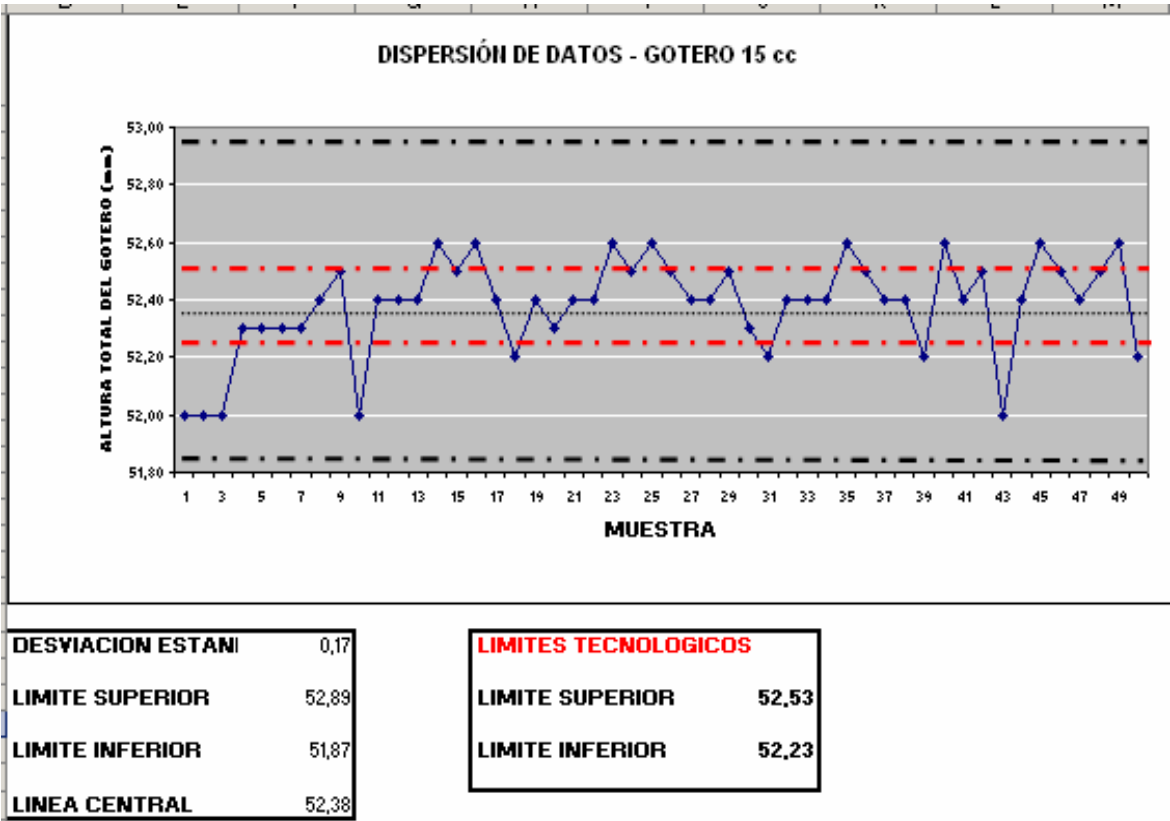


Figura 84. Gráfica de las medidas tomadas al peso en el gotero de 15 cc

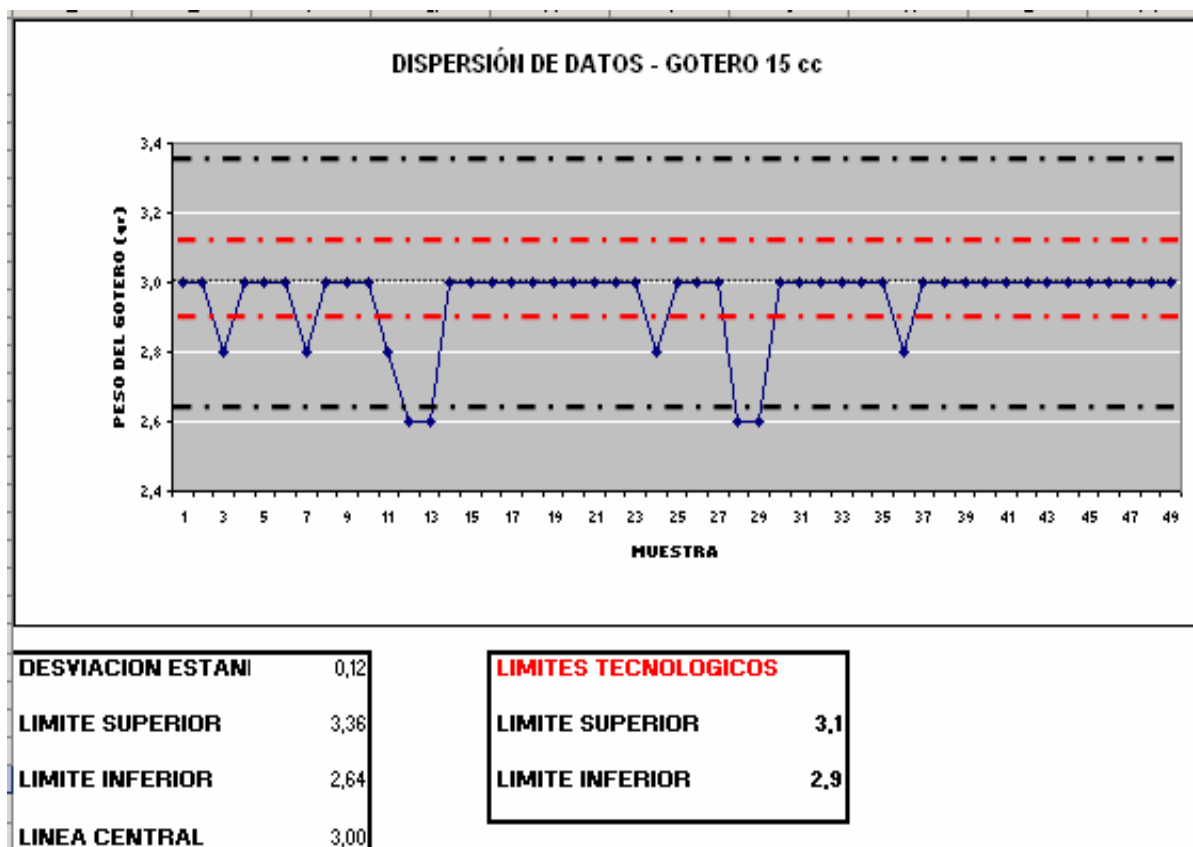


Figura 85. Gráfica de las medidas tomadas al volumen en el gotero de 15 cc

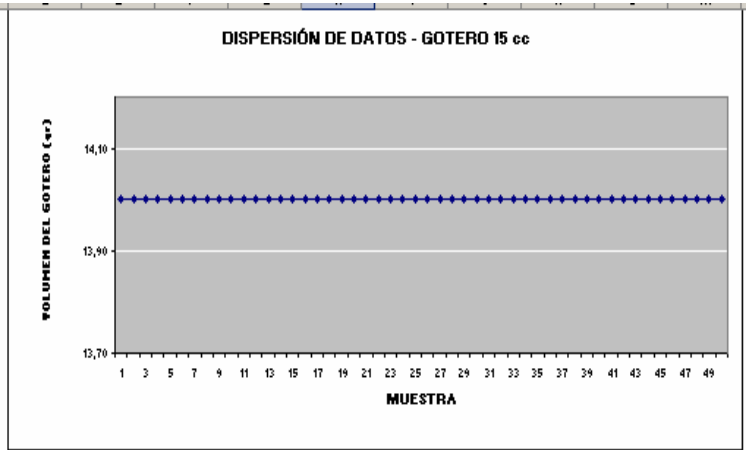
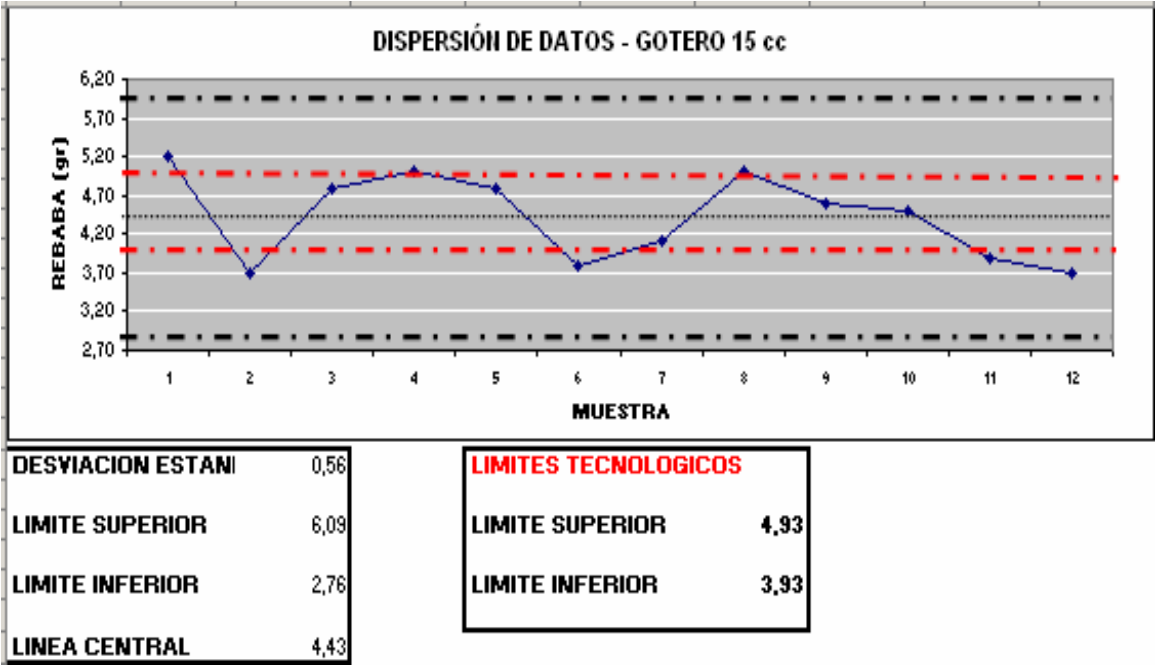


Figura 86. Gráfica de las medidas tomadas a la rebaba en el gotero de 15 cc



3.1.2.1. Tolerancias gotero de 15 cc.

Figura 87. Tabla de tolerancias para el gotero de 15 cc con respecto a la tapa gotero de seguridad de 12 mm y el pitorro

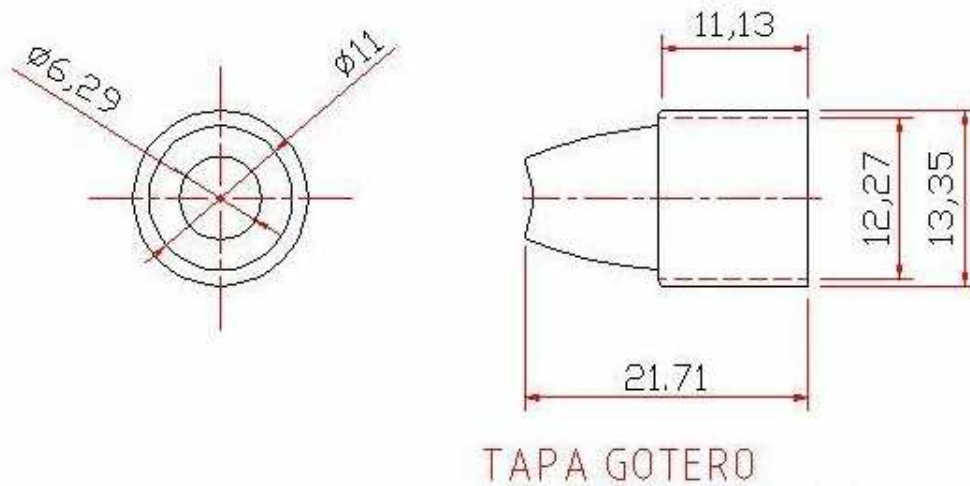
GOTERO 15 cc		TAPA GOTERO		APRIETES		PITORRO	GOTERO	JUEGOS	
DIAMETRO EXTERIOR DE LA ROSCA DEL GOTERO (mm)	DIAMETRO DE RAIZ DE LA ROSCA (mm)	DIAMETRO INTERIOR DE LA TAPA (mm)	DIAMETRO DE RAIZ DE LA TAPA (mm)	GOTERO TAPA	TAPA GOTERO	DIAMETRO EXTERIOR DEL PITORRO (mm)	DIAMETRO INTERIOR DEL GOTERO (mm)	VARIACION	
12,50	11,00	12,50	13,50	-1,00	1,50	9,20	9,30	-0,10	JUEGO
12,50	11,20	12,30	13,50	-1,00	1,10	9,25	9,40	-0,15	JUEGO
12,40	11,20	12,50	13,50	-1,10	1,30	9,25	9,30	-0,05	JUEGO
12,50	11,00	12,50	13,50	-1,00	1,50	9,20	9,30	-0,10	JUEGO
12,50	11,20	12,40	13,50	-1,00	1,20	9,20	9,30	-0,10	JUEGO
12,50	11,00	12,20	13,50	-1,00	1,20	9,35	9,20	0,15	APRIETE
12,50	11,30	12,40	13,40	-0,90	1,10	9,30	9,10	0,20	APRIETE
12,50	11,10	12,40	13,60	-1,10	1,30	9,30	9,30	0,00	APRIETE
12,60	11,20	12,40	13,40	-0,80	1,20	9,25	9,40	-0,15	JUEGO
12,40	11,30	12,00	13,20	-0,80	0,70	9,35	9,25	0,10	APRIETE
12,40	11,20	12,40	12,90	-0,50	1,20	9,30	9,20	0,10	APRIETE
12,30	11,30	12,20	13,50	-1,20	0,90	9,25	9,10	0,15	APRIETE
12,60	11,10	12,00	13,60	-1,00	0,90	9,25	9,30	-0,05	JUEGO
12,30	11,40	12,40	13,40	-1,10	1,00	9,35	9,30	0,05	APRIETE
12,60	11,40	12,20	13,60	-1,00	0,80	9,30	9,40	-0,10	JUEGO
12,40	11,30	12,10	13,50	-1,10	0,80	9,25	9,20	0,05	APRIETE
12,50	11,40	12,40	13,50	-1,00	1,00	9,30	9,20	0,10	APRIETE
12,30	11,40	12,40	13,50	-1,20	1,00	9,25	9,40	-0,15	JUEGO
12,60	11,40	12,40	13,40	-0,80	1,00	9,25	9,20	0,05	APRIETE
12,60	11,30	11,75	13,60	-1,00	0,45	9,35	9,30	0,05	APRIETE
12,40	11,20	12,00	13,40	-1,00	0,80	9,25	9,20	0,05	APRIETE
12,60	11,30	12,40	13,40	-0,80	1,10	9,20	9,30	-0,10	JUEGO
12,60	11,20	12,50	13,40	-0,80	1,30	9,20	9,40	-0,20	JUEGO
12,60	11,40	12,30	13,60	-1,00	0,90	9,35	9,20	0,15	APRIETE
12,60	11,20	12,50	13,60	-1,00	1,30	9,35	9,30	0,05	APRIETE
12,60	11,40	12,40	13,50	-0,90	1,00	9,35	9,20	0,15	APRIETE
12,30	11,20	12,40	13,15	-0,85	1,20	9,35	9,20	0,15	APRIETE
12,40	11,40	12,50	13,10	-0,70	1,10	9,25	9,30	-0,05	JUEGO
12,50	11,40	12,20	12,80	-0,30	0,80	9,45	9,30	0,15	APRIETE
12,60	11,00	11,80	13,60	-1,00	0,80	9,30	9,40	-0,10	JUEGO

GOTERO 15 cc		TAPA GOTERO		APRIETES		PITORRO	GOTERO	JUEGOS	
DIAMETRO EXTERIOR DE LA ROSCA DEL GOTERO (mm)	DIAMETRO DE RAIZ DE LA ROSCA (mm)	DIAMETRO INTERIOR DE LA TAPA (mm)	DIAMETRO DE RAIZ DE LA TAPA (mm)	GOTERO TAPA	TAPA GOTERO	DIAMETRO EXTERIOR DEL PITORRO (mm)	DIAMETRO INTERIOR DEL GOTERO (mm)	VARIACION	
12,30	11,20	12,00	13,40	-1,10	0,80	9,35	9,20	0,15	APRIETE
12,60	11,20	12,00	12,90	-0,30	0,80	9,30	9,20	0,10	APRIETE
12,60	11,20	12,40	13,50	-0,90	1,20	9,45	9,30	0,15	APRIETE
12,50	11,20	12,40	13,40	-0,90	1,20	9,25	9,30	-0,05	JUEGO
12,60	11,20	12,00	13,20	-0,60	0,80	9,30	9,40	-0,10	JUEGO
12,60	11,40	12,40	13,35	-0,75	1,00	9,35	9,30	0,05	APRIETE
12,50	11,20	12,40	13,20	-0,70	1,20	9,30	9,20	0,10	APRIETE
12,60	11,10	12,00	13,40	-0,80	0,90	9,25	9,30	-0,05	JUEGO
12,60	11,20	12,40	13,35	-0,75	1,20	9,20	9,30	-0,10	JUEGO
12,40	11,30	12,40	13,30	-0,90	1,10	9,35	9,40	-0,05	JUEGO
12,60	11,10	12,40	13,20	-0,60	1,30	9,35	9,30	0,05	APRIETE
12,50	11,40	12,30	13,30	-0,80	0,90	9,20	9,20	0,00	APRIETE
12,60	11,40	12,15	13,35	-0,75	0,75	9,35	9,40	-0,05	JUEGO
12,40	11,40	12,40	13,30	-0,90	1,00	9,25	9,40	-0,15	JUEGO
12,40	11,40	12,20	13,30	-0,90	0,80	9,20	9,30	-0,10	JUEGO
12,50	11,40	12,30	13,00	-0,50	0,90	9,30	9,30	0,00	APRIETE
12,50	11,20	12,00	13,00	-0,50	0,80	9,30	9,40	-0,10	JUEGO
12,40	11,20	12,20	13,10	-0,70	1,00	9,35	9,20	0,15	APRIETE
12,30	11,20	12,10	13,30	-1,00	0,90	9,40	9,40	0,00	APRIETE
12,50	11,00	12,00	13,20	-0,70	1,00	9,25	9,30	-0,05	JUEGO

También podemos observar que existen valores negativos que nos indican juego y valores positivos que nos indican aprietes. El mayor porcentaje que corresponde al apriete significa que se deben ajustar los valores de las tolerancias en la ficha técnica de tal forma que los productos se estandaricen, e igualmente se analizó las tolerancias del diámetro exterior del pitorro con respecto al diámetro interior del gotero se concluye nuevamente que hay apriete y que se deben ajustar las tolerancias en las fichas técnicas.

3.1.3. Análisis para la tapa gotero de seguridad 12 mm. Las medidas tomadas para la tapa fueron: Diámetro interior de la tapa, diámetro de raíz de la tapa, altura del filete, altura zona de graficado, altura total, paso, peso, volumen y rebaba.

Figura 88. Dibujo tapa gotero de seguridad 12 mm



Elaborado por: CEDEÑO, Carlos Andrés. Cali, 15 de Enero de 2007.

- ❖ Un solo producto de la misma clase en diferente tiempo.

Figura 89. Gráfica de las medidas tomadas al diámetro interior de la tapa gotero

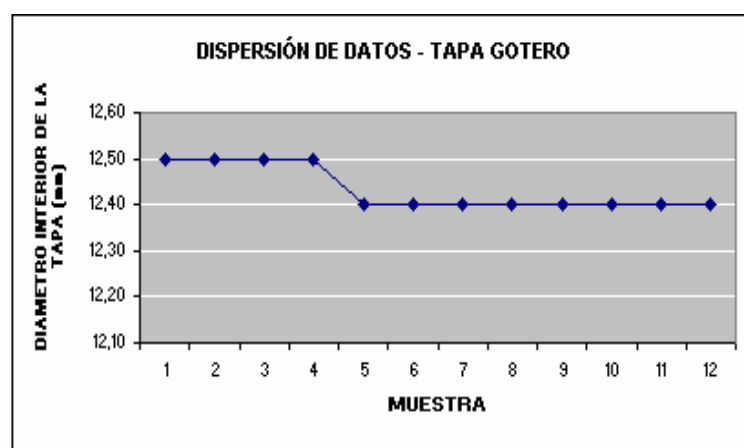


Figura 90. Gráfica de las medidas tomadas al diámetro de raíz de la tapa gotero

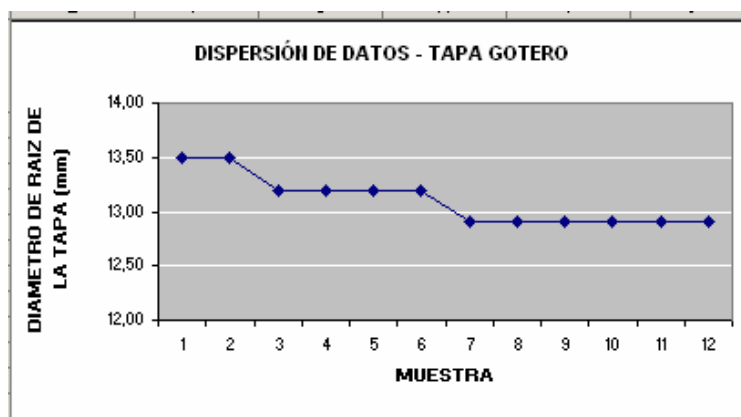


Figura 91. Gráfica de las medidas tomadas a la altura del filete en la tapa gotero

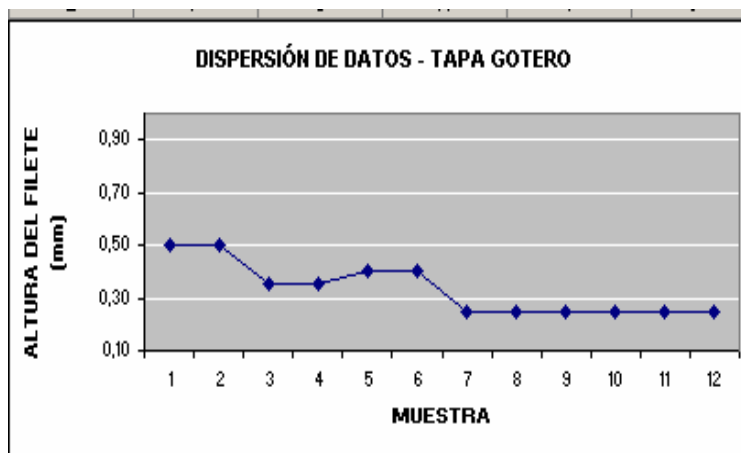


Figura 92. Gráfica de las medidas tomadas a la altura zona de grafilado en la tapa gotero

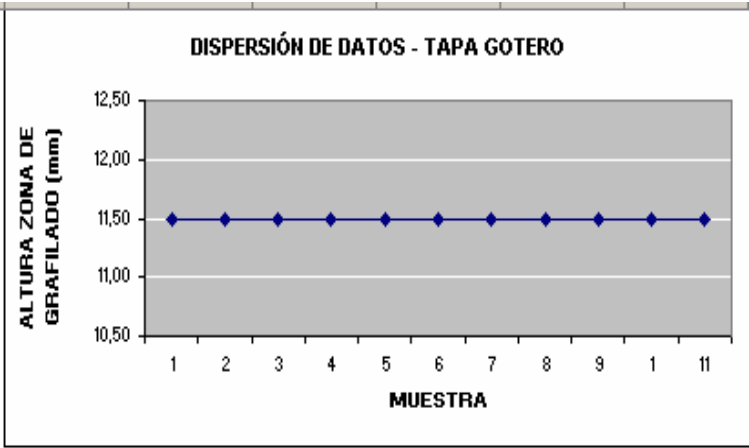


Figura 93. Gráfica de las medidas tomadas a la altura total de la tapa gotero

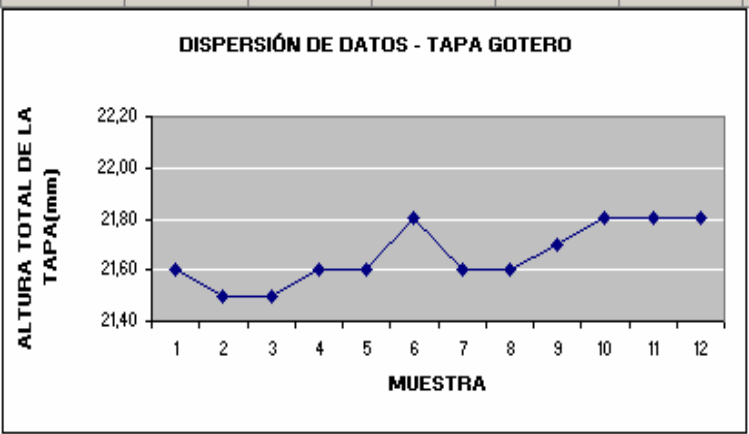


Figura 94. Gráfica de las medidas tomadas al paso de la rosca de la tapa gotero

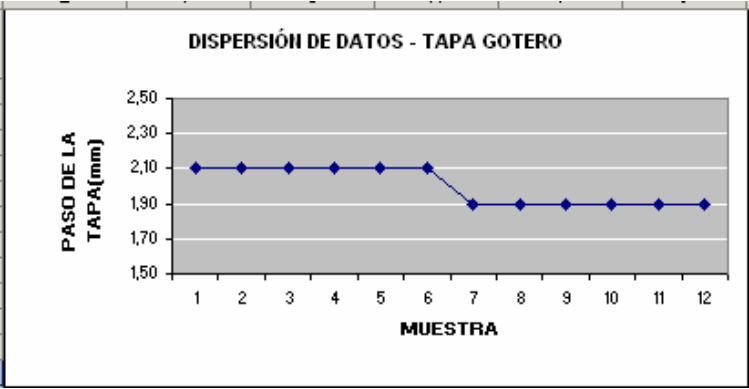


Figura 95. Gráfica de las medidas tomadas al peso de la tapa gotero

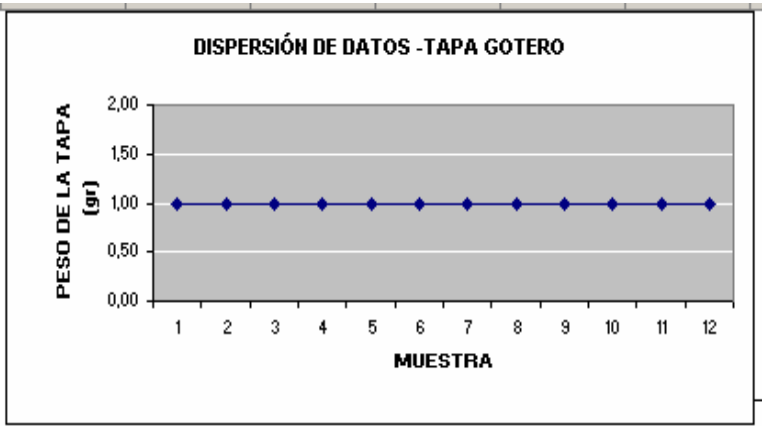
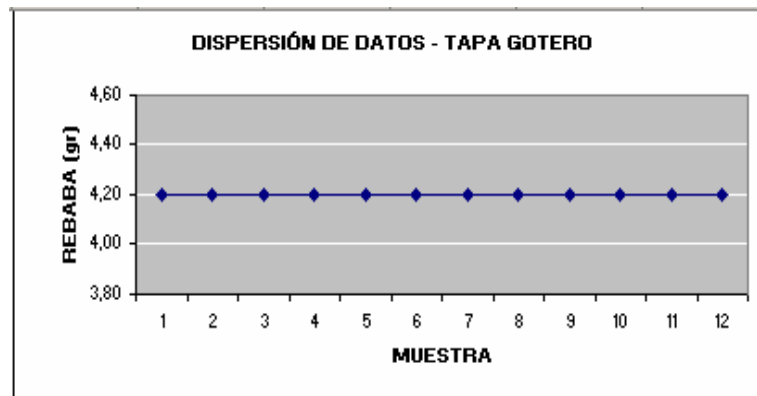


Figura 96. Gráfica de las medidas tomadas a la rebaba de la tapa gotero



En este criterio (un solo producto de la misma clase en diferente tiempo) permanecieron constantes las dimensiones de peso y rebaba, pero en las demás hubo dispersión en los datos.

❖ **Varios productos de la misma clase en diferente tiempo.**

Figura 97. Gráfica de las medidas tomadas al diámetro interior de la tapa gotero

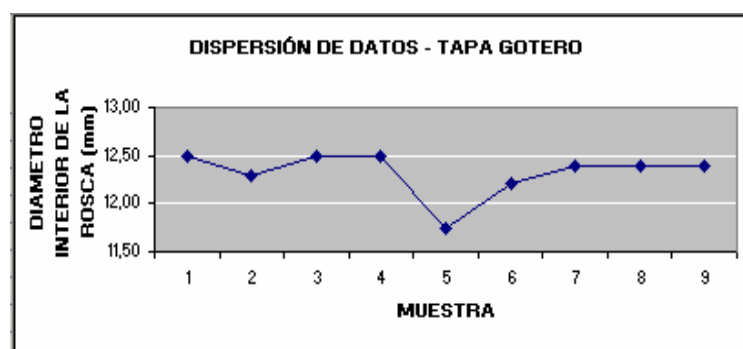


Figura 98. Gráfica de las medidas tomadas al diámetro de raíz de la tapa gotero

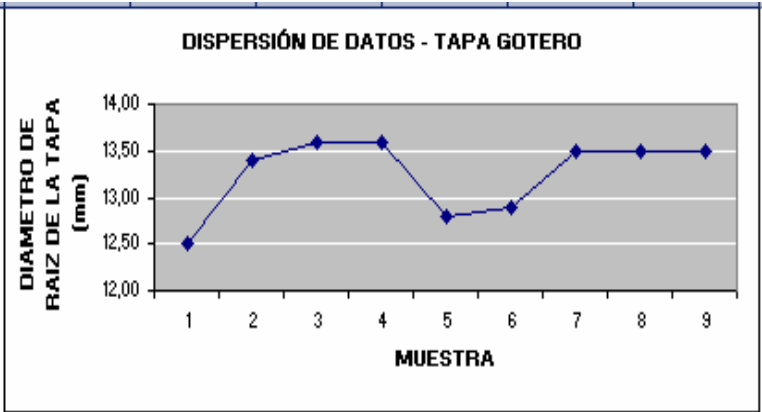


Figura 99. Gráfica de las medidas tomadas a la altura del filete de la tapa gotero

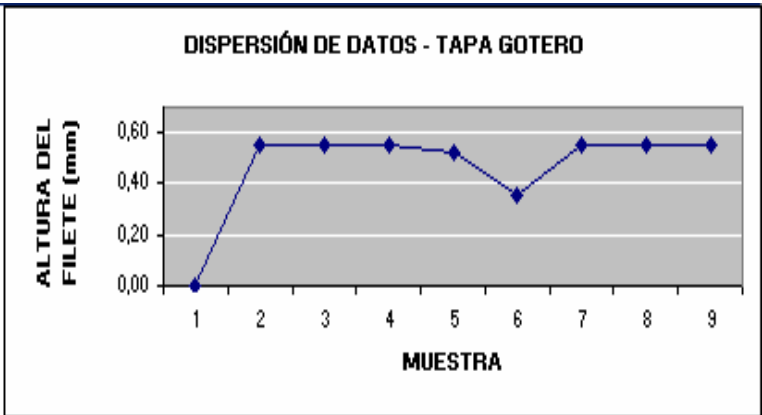


Figura 100. Gráfica de las medidas tomadas a la altura zona de grafilado de la tapa gotero

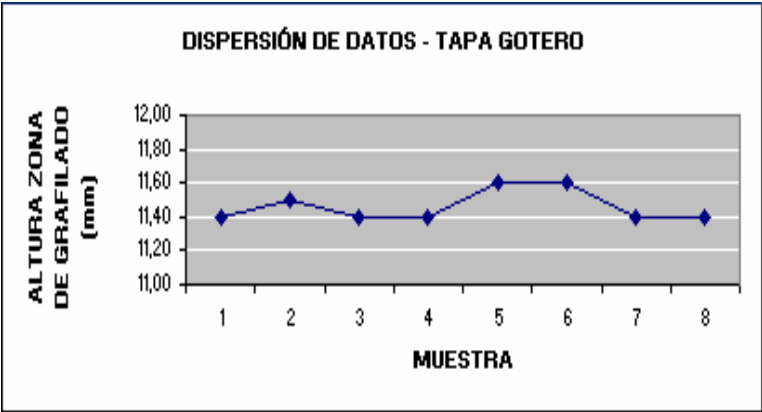


Figura 101. Gráfica de las medidas tomadas a la altura total de la tapa gotero

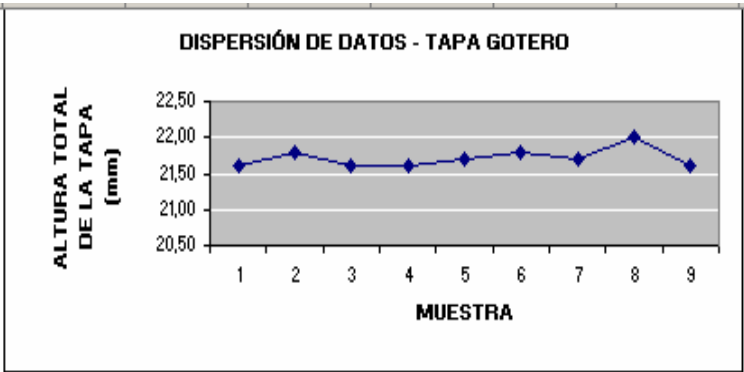


Figura 102. Gráfica de las medidas tomadas al paso de la rosca de la tapa gotero

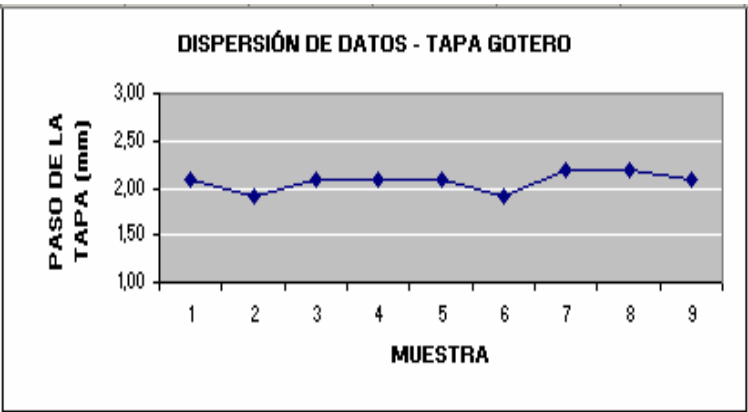


Figura 103. Gráfica de las medidas tomadas al peso de la tapa gotero

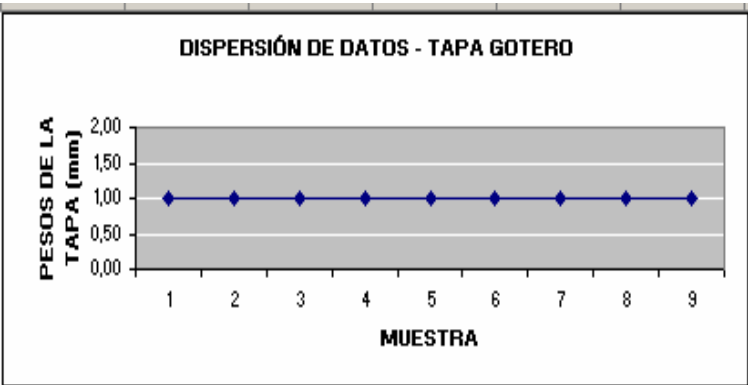
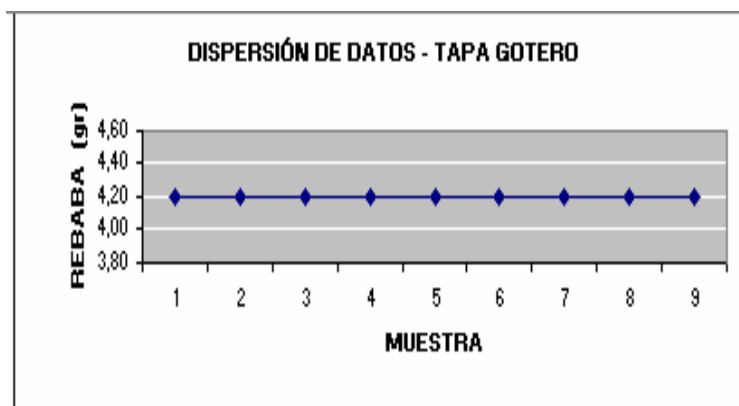


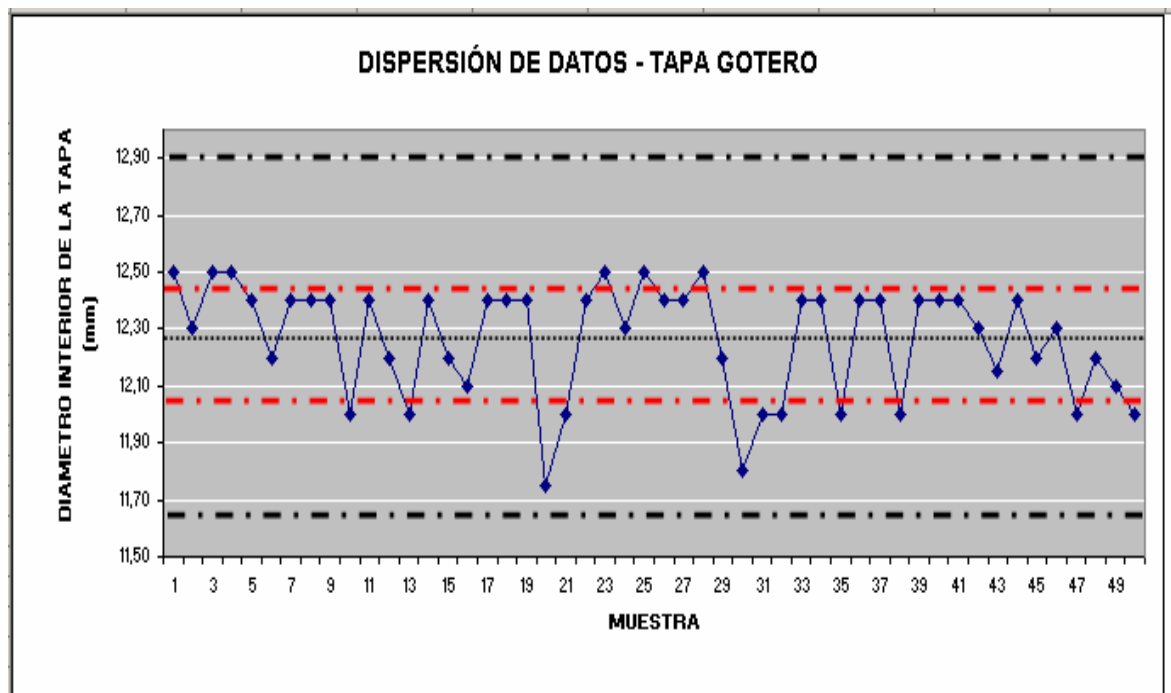
Figura 104. Gráfica de las medidas tomadas a la rebaba de la tapa gotero



En este criterio (varios productos de la misma clase en diferente tiempo) también permanecieron constantes las dimensiones de peso y rebaba y en los demás datos si se presento dispersión.

- ❖ Varios productos sin tener en cuenta el tiempo.

Figura 105. Gráfica de las medidas tomadas al diámetro interior de la tapa gotero



DESVIACION ESTANDAR =	0,20
LIMITE SUPERIOR =	12,86
LIMITE INFERIOR =	11,67
LINEA CENTRAL =	12,27

LIMITES TECNOLOGICOS	
LIMITE SUPERIOR =	12,47
LIMITE INFERIOR =	12,07

Figura 106. Gráfica de las medidas tomadas al diámetro de raíz de la tapa gotero

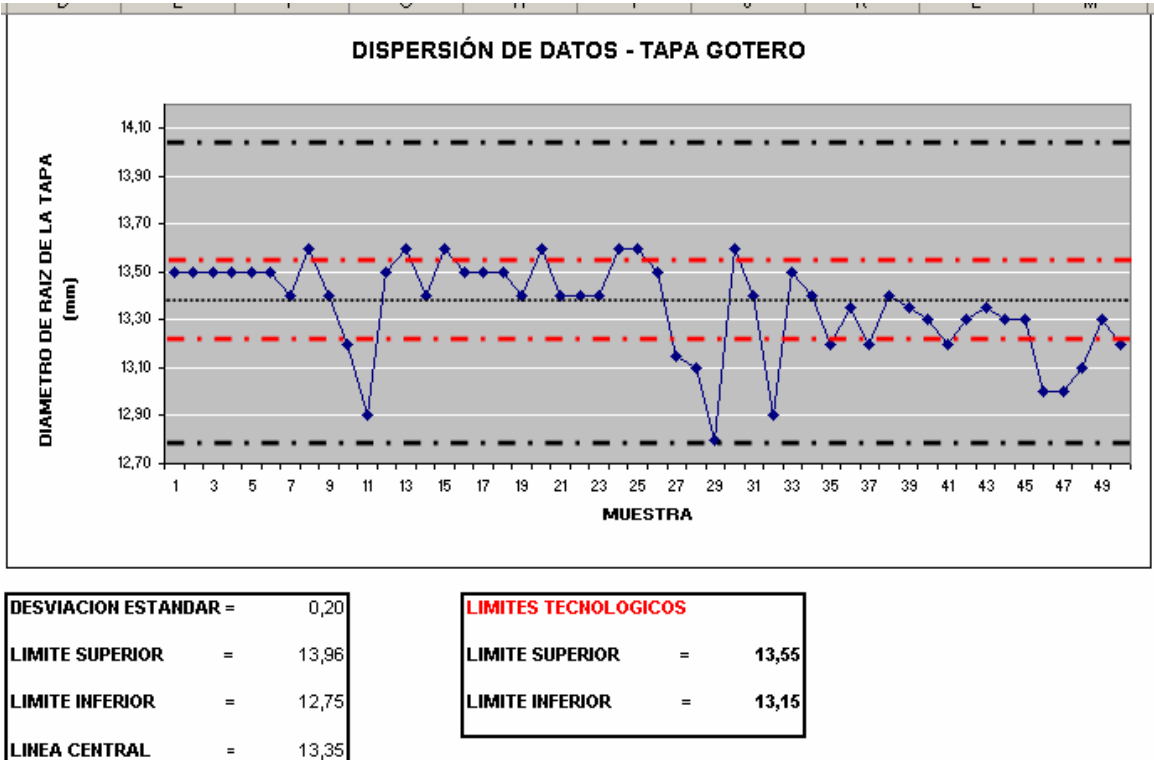
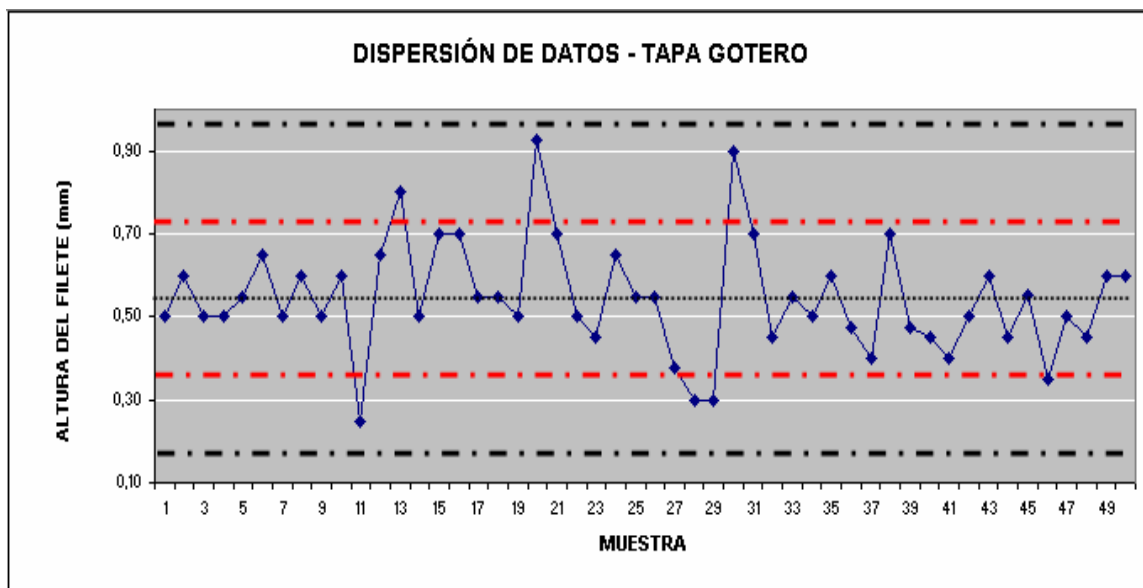


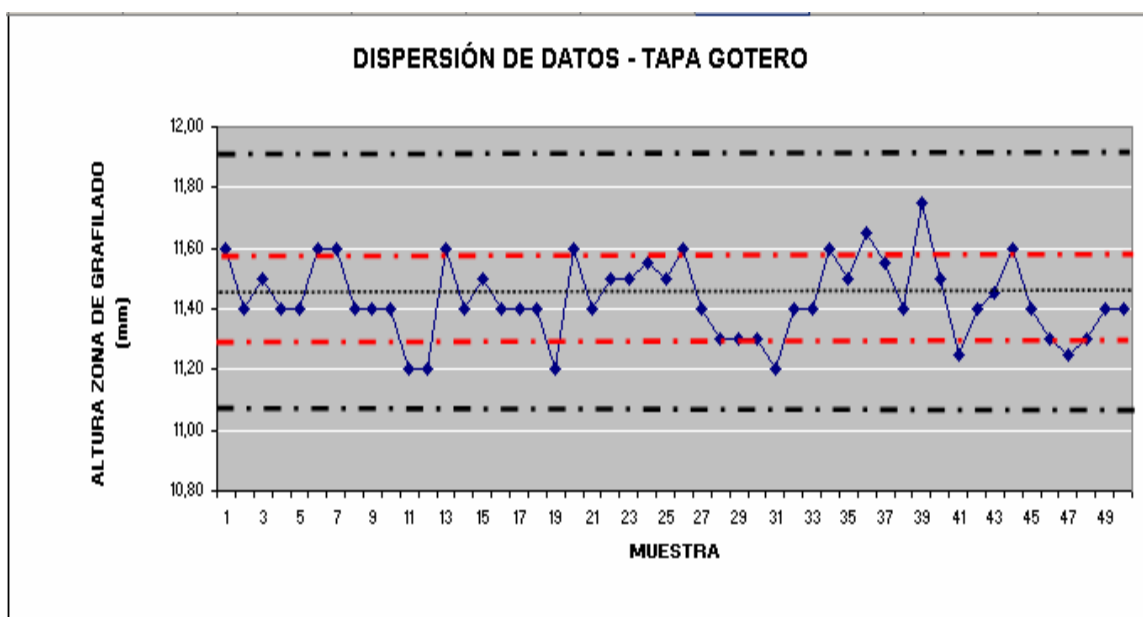
Figura 107. Gráfica de las medidas tomadas a la altura del filete de la tapa gotero



DESVIACION ESTANDAR =	0,14
LIMITE SUPERIOR =	0,95
LIMITE INFERIOR =	0,14
LINEA CENTRAL =	0,54

LIMITES TECNOLOGICOS	
LIMITE SUPERIOR =	0,74
LIMITE INFERIOR =	0,34

Figura 108. Gráfica de las medidas tomadas a la altura zona de grafilado de la tapa gotero



DESVIACION ESTANDAR =	0,13
LIMITE SUPERIOR =	11,82
LIMITE INFERIOR =	11,04
LINEA CENTRAL =	11,43

LIMITES TECNOLOGICOS	
LIMITE SUPERIOR =	11,59
LIMITE INFERIOR =	11,27

Figura 109. Gráfica de las medidas tomadas a la altura total de la tapa gotero

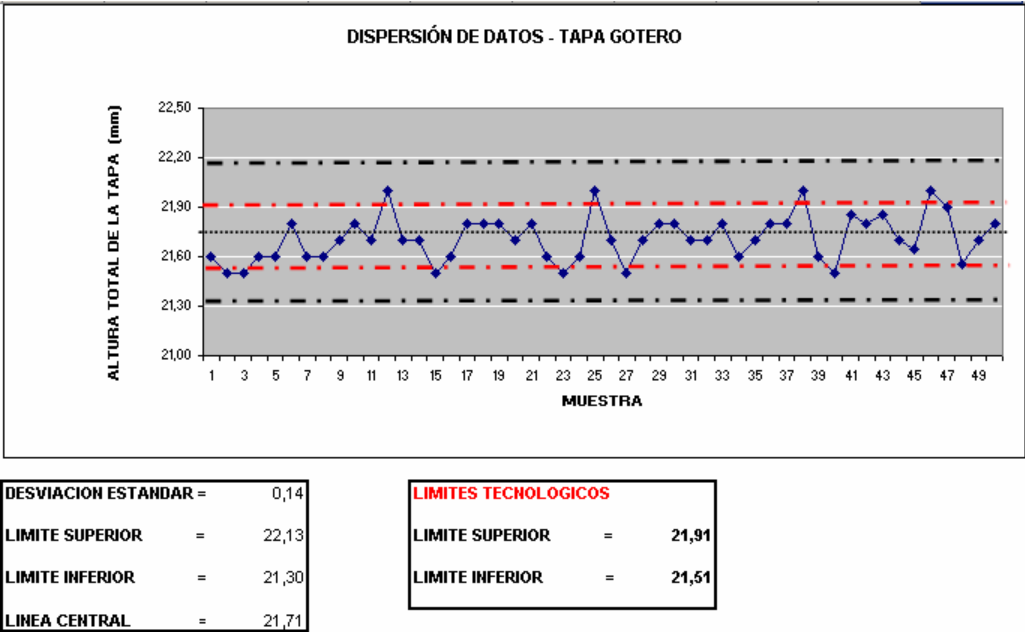


Figura 110. Gráfica de las medidas tomadas al paso de la rosca de la tapa gotero

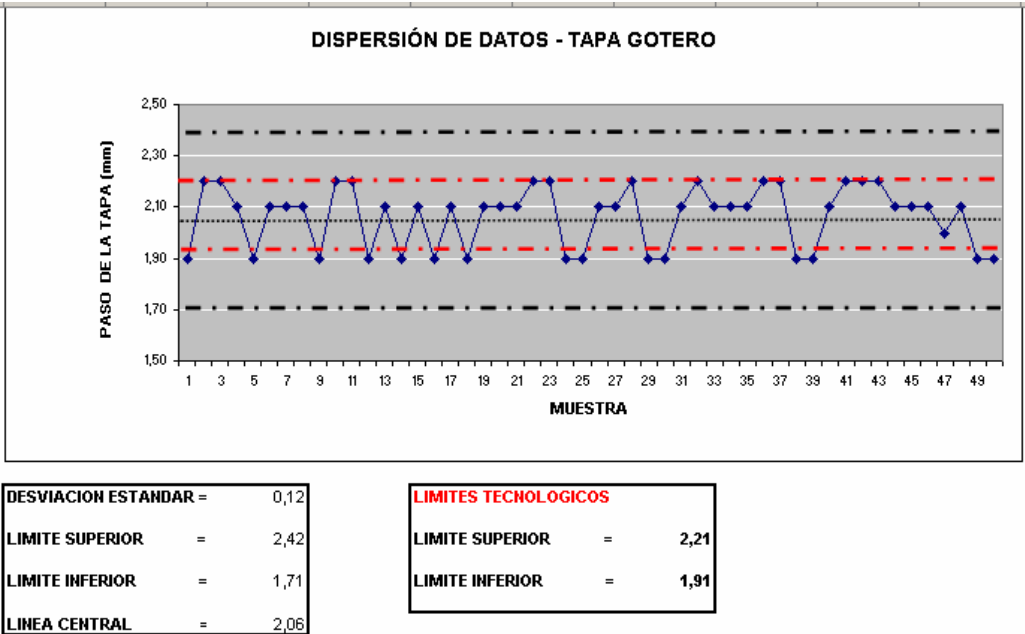


Figura 111. Gráfica de las medidas tomadas al peso de la tapa gotero

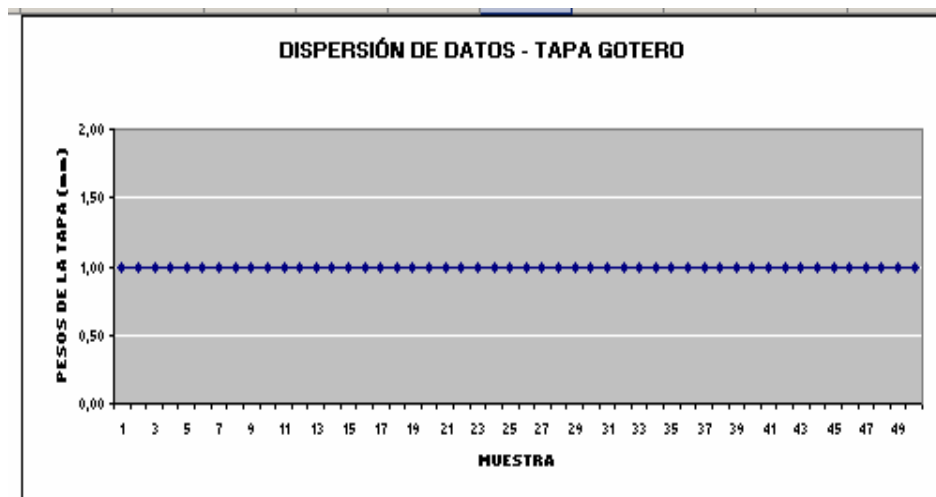
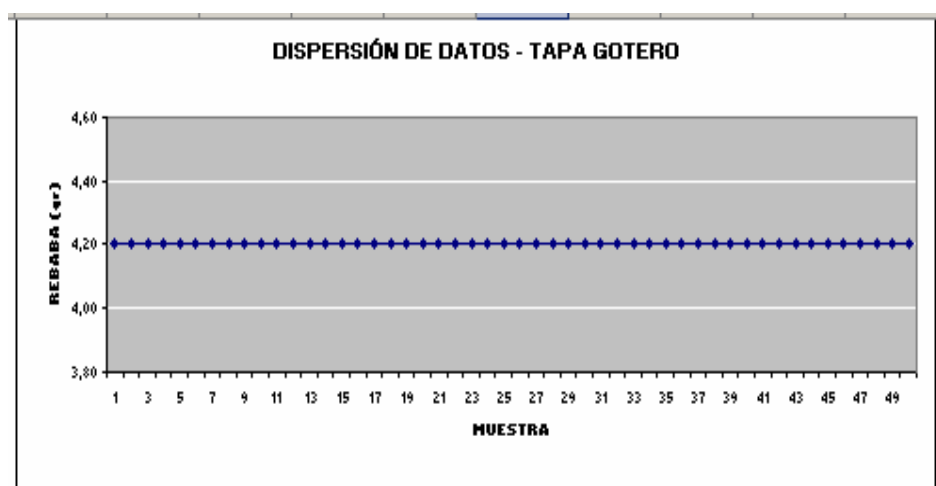


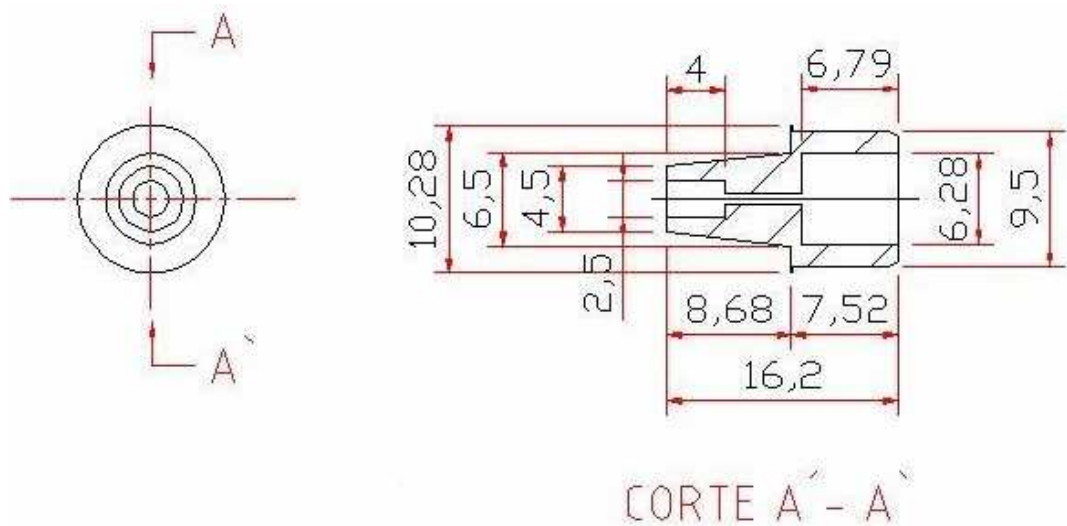
Figura 112. Gráfica de las medidas tomadas a la rebaba de la tapa gotero



En este criterio (varios productos sin tener en cuenta el tiempo) todas las dimensiones tuvieron variación excepto el peso y la rebaba. Además hubo gran dispersión de las medidas en general.

3.1.4. Análisis para el pitorro. Las medidas tomadas para el pitorro fueron: Diámetro exterior, altura total, altura del pico, peso y rebaba.

Figura 113. Dibujo pitorro



Elaborado por: CEDEÑO, Carlos Andrés. Cali, 15 de Enero de 2007.

❖ Un solo producto de la misma clase en diferente tiempo.

Figura 114. Gráfica de las medidas tomadas al diámetro exterior del pitorro

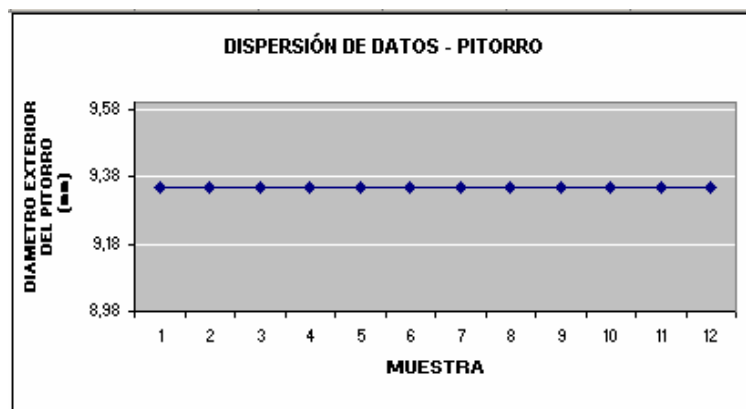


Figura 115. Gráfica de las medidas tomadas a la altura total del pitorro

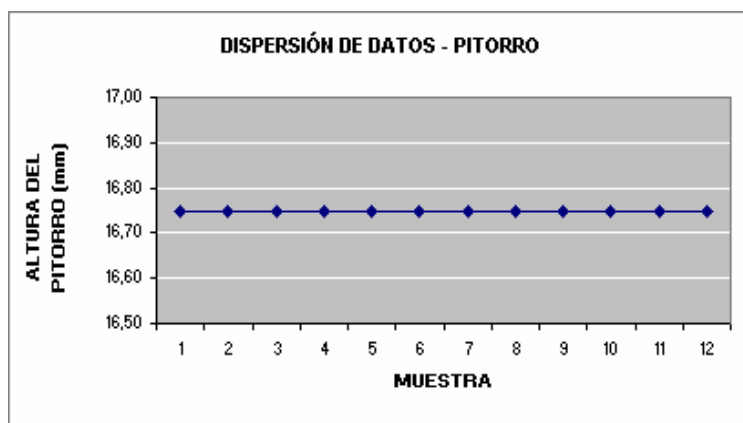


Figura 116. Gráfica de las medidas tomadas a la altura del pico del pitorro

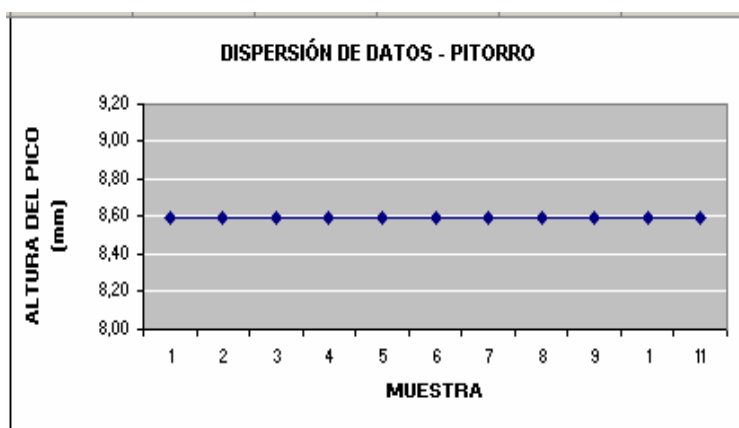


Figura 117. Gráfica de las medidas tomadas al peso del pitorro

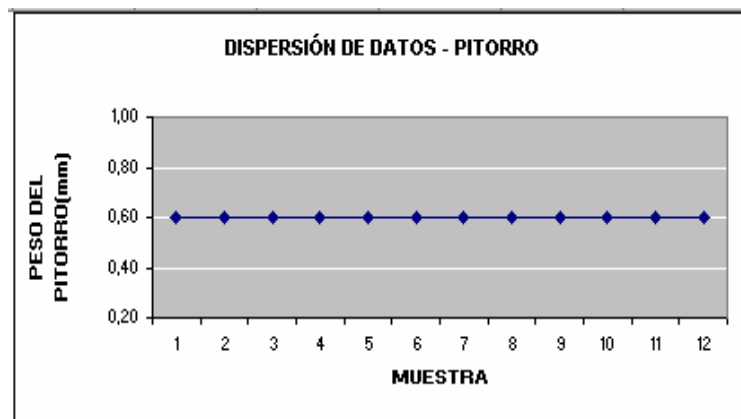
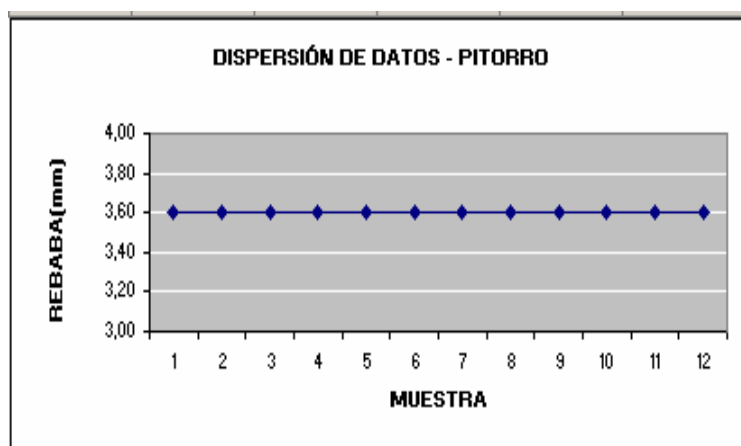


Figura 118. Gráfica de las medidas tomadas a la rebaba del pitorro



En este criterio (un solo producto de la misma clase en diferente tiempo) permanecieron constantes todas las dimensiones.

- ❖ Varios productos de la misma clase en diferente tiempo.

Figura 119. Gráfica de las medidas tomadas al diámetro exterior del pitorro

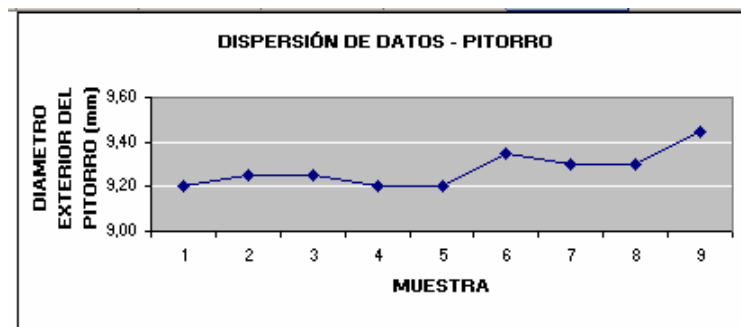


Figura 120. Gráfica de las medidas tomadas a la altura total del pitorro

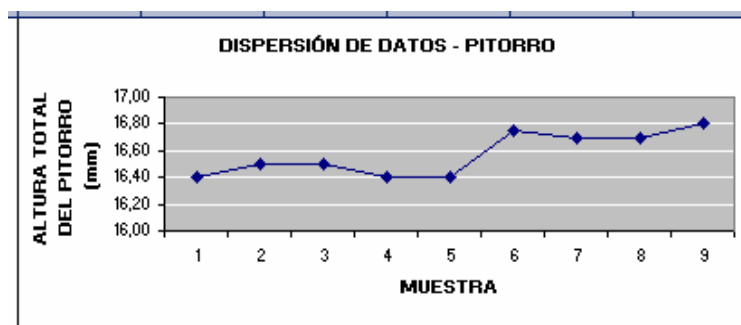


Figura 121. Gráfica de las medidas tomadas a la altura del pico del pitorro

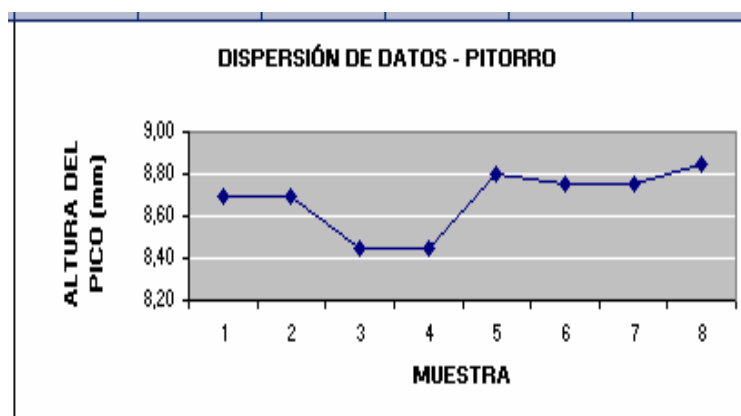


Figura 122. Gráfica de las medidas tomadas al peso del pitorro

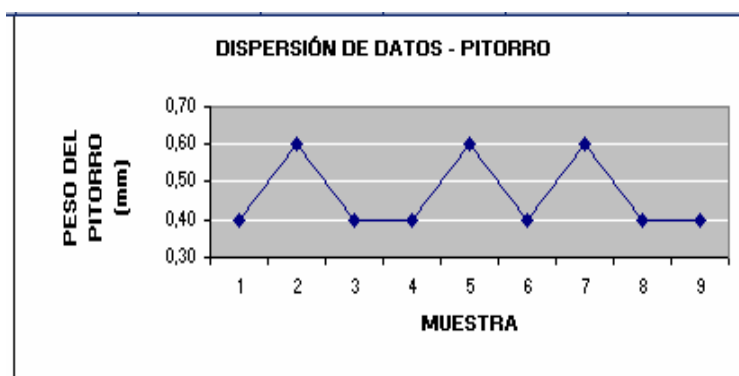
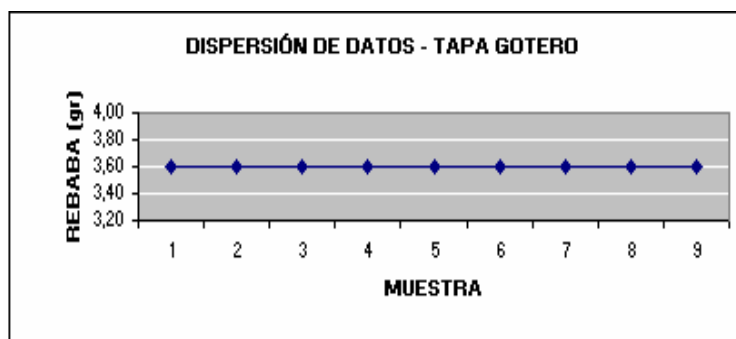


Figura 123. Gráfica de las medidas tomadas a la rebaba del pitorro



En este criterio (varios productos de la misma clase en diferente tiempo) encontramos que hay gran variación en las dimensiones del pitorro.

- ❖ Varios productos sin tener en cuenta el tiempo.

Figura 124. Gráfica de las medidas tomadas al diámetro exterior del pitorro

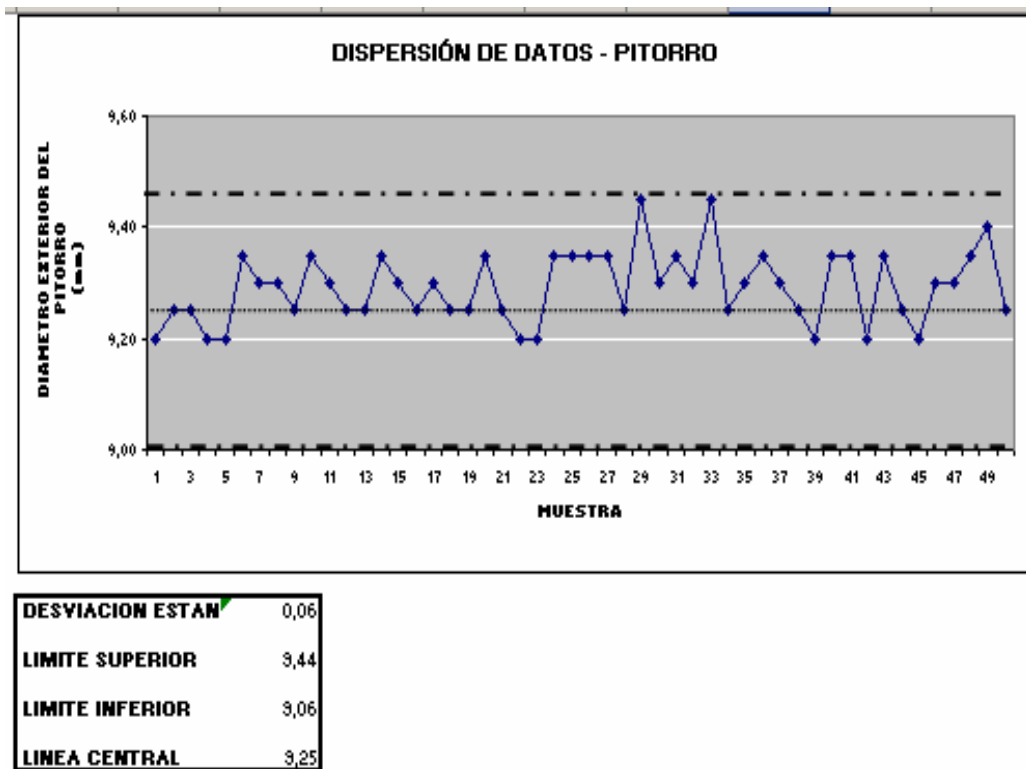
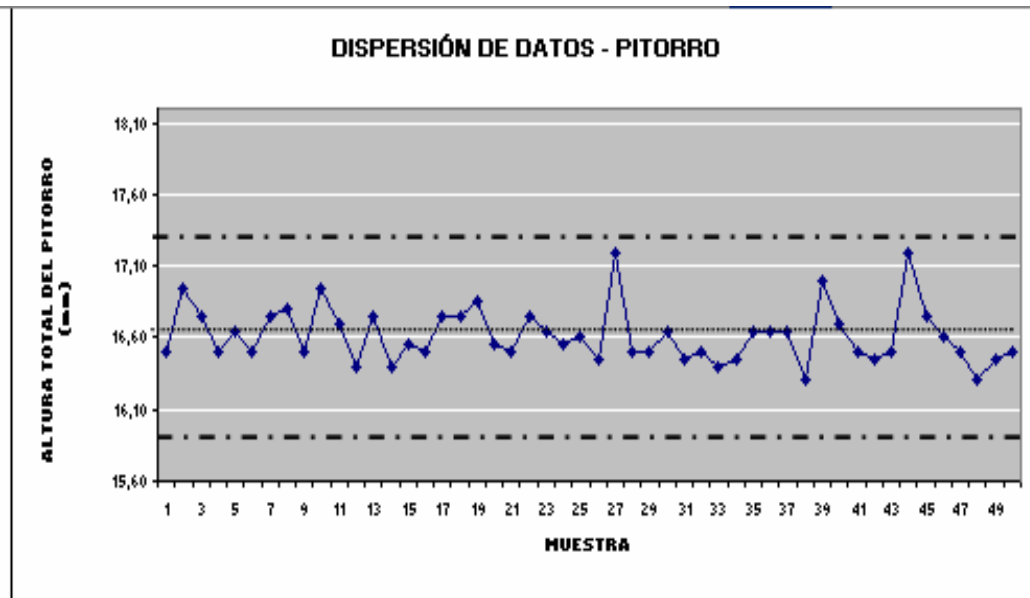


Figura 125. Gráfica de las medidas tomadas a la altura total del pitorro



DESVIACION ESTAN	0,20
LIMITE SUPERIOR	17,22
LIMITE INFERIOR	16,02
LINEA CENTRAL	16,62

Figura 126. Gráfica de las medidas tomadas a la altura del pico del pitorro

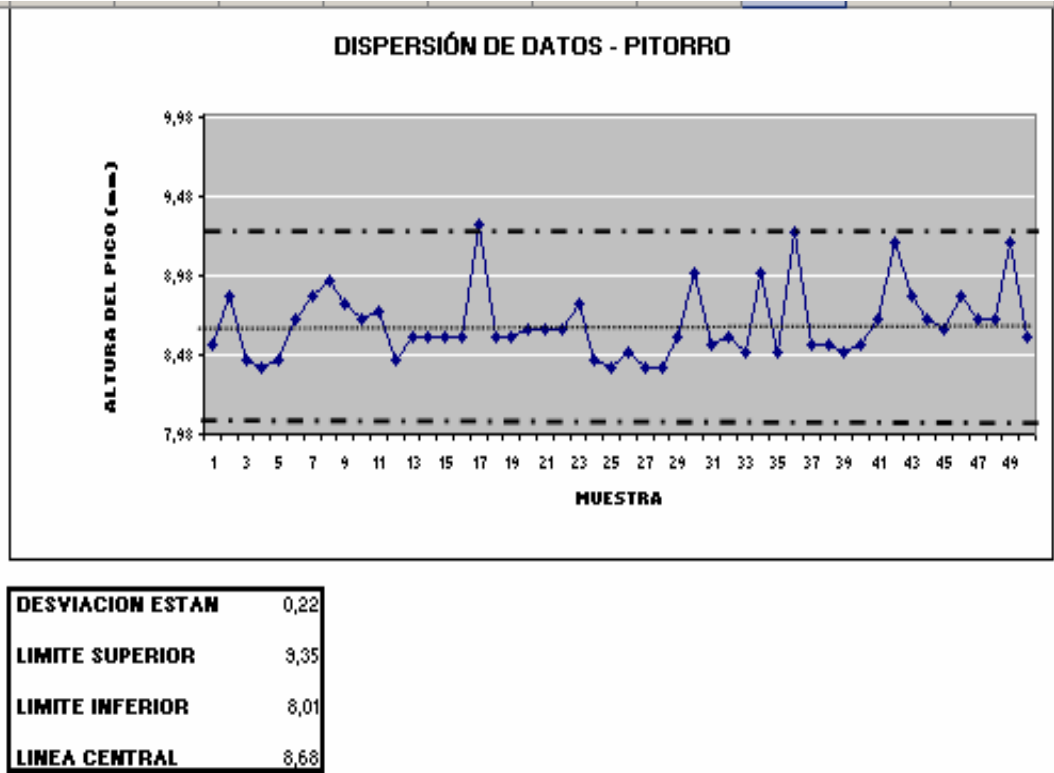
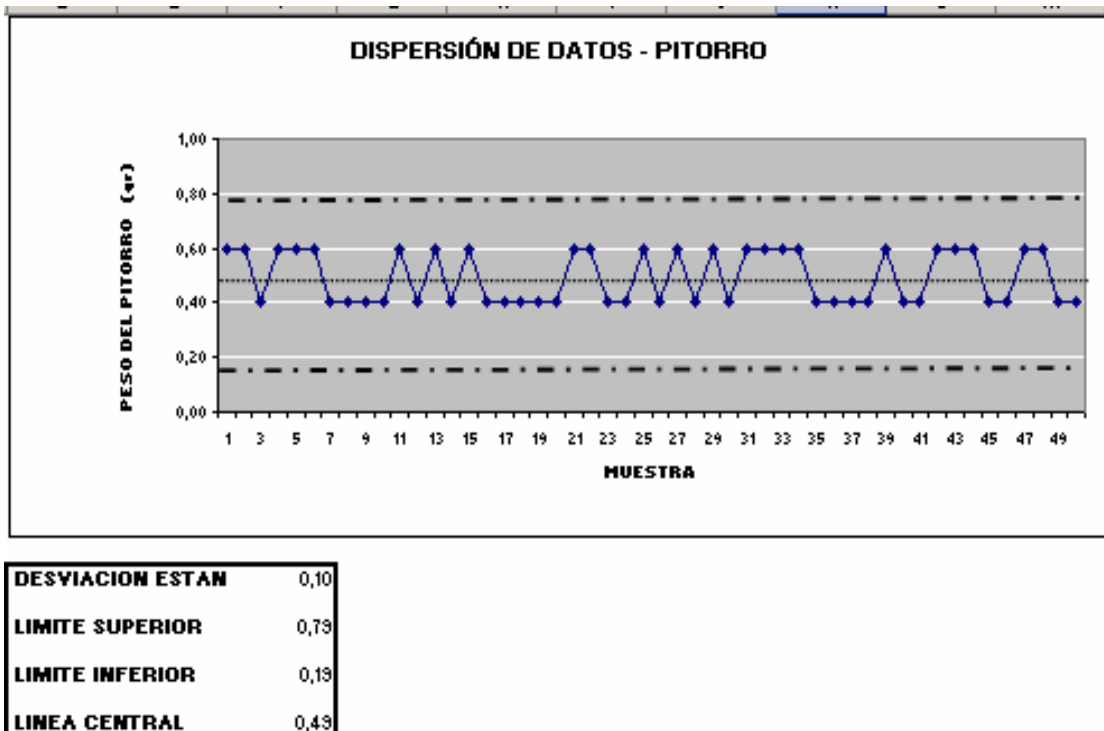


Figura 127. Gráfica de las medidas tomadas al peso del pitorro



En este criterio (varios productos sin tener en cuenta el tiempo) todas las dimensiones tuvieron variación y a pesar de que se encuentran dentro de los límites superior e inferior existe diversidad en los datos.

3.2. CAUSAS DE LAS VARIACIONES DIMENSIONALES DE LOS PRODUCTOS

De acuerdo con los datos obtenidos en los cuatro productos y en los criterios analizados, podemos concluir que las variaciones dimensionales se deben a:

3.2.1. Tecnológicas.

❖ La temperatura en las zona de calentamiento del cilindro de la máquina y la temperatura de la masa no es siempre la misma, ya que el supervisor varía este parámetro cada vez que alista la máquina de acuerdo a su experiencia, no existe un estándar.

Por otra parte, los controles On-Off de temperatura, permiten grandes variaciones en la temperatura de la masa y por ende variaciones significativas en el enfriamiento y consecuentemente en las dimensiones del producto.

❖ Los tiempos de enfriamiento en los productos soplado, dependen del ciclo total y este puede variar en las máquinas manuales, por que esta actividad depende del ritmo del operario. En las máquinas automáticas, varia porque el tiempo del ciclo no esta estandarizado y es modificada por el supervisor de acuerdo a criterios no claramente establecidos.

El caudal de fluido de enfriamiento al interior de los moldes no es controlado y puede variar de acuerdo a la demanda (número de máquinas que soliciten fluido de enfriamiento) ó a la voluntad del supervisor; variando con ello la velocidad de enfriamiento del producto en el interior del molde.

Estas variaciones modifican el nivel de la cristalización ganada por el producto en el interior del molde, tal como se puede observar en la Figura 18 Efecto del tiempo en la cristalización. El nivel de post-cristalización* es mayor en los productos enfriados rápidamente y no siempre es fácil predecir cuando ocurrirá, pero cuando ocurre, necesariamente afecta las dimensiones.

❖ El acabado de la superficie de los productos, está relacionado con la rugosidad de las paredes del molde, el producto inyectado o soplado la copia. La falta de mantenimiento de los moldes origina variaciones en la rugosidad de los mismos, especialmente, en las zonas donde mayor es la presión y/o la temperatura; por este motivo los defectos de superficie en los productos, se observan solamente en algunos lugares.

Otro defecto de acabado, son las pequeñas rebabas adheridas al producto y se deben a la falta de alineación en las guías y a la falta de filo en las cuchillas de los moldes.

❖ El peso y volumen de los productos permanecieron constantes ya que la balanza utilizada tiene una apreciación en décimas; para obtener mayor apreciación se requiere una balanza en centésimas.

* La post-cristalización ocurre por fuera del molde, tanto en el proceso de soplado como en inyección y es activado por fenómenos como el incremento de temperatura y las vibraciones, por ese motivo suceden, comúnmente, durante el transporte por carretera o en las bodegas de almacenamiento.

3.2.2. Gestión.

3.2.2.1. Mantenimiento. No existe un programa de mantenimiento preventivo a las máquinas, equipo y herramental. El mantenimiento se realiza correctivamente, es decir que se hace cada vez que se presentan las fallas. Como el mantenimiento es correctivo los costos de producción aumentan, por que la máquina permanece parada mientras se encuentran la solución y se compran los repuestos.

Algunos de los medidores de las temperaturas que se encuentran en las máquinas no están correctamente calibrados.

El acabado el molde es de gran importancia ya que el polipropileno tiene la característica de copiar muy bien el molde y por consiguiente cualquier imperfección en el conlleva a reducir su acabado superficial, por este motivo es importante tener un molde pulido al espejo, con venteos o micro perforaciones que permitan el escape del aire. En la empresa el mantenimiento de los moldes también es correctivo, además que hay diferencia de conceptos entre los dos responsables del taller de mantenimiento.

Así mismo cabe anotar que los moldes de inyección presentan fallas en la expulsión del producto en algunas de sus cavidades, haciendo que el tiempo de ciclo aumente por que el operario debe abrir la rejilla, sacar el producto manualmente y volver a cerrar la rejilla para que la máquina continúe su ciclo.

3.2.2.2. Calidad. No existe un departamento de calidad establecido y por tal motivo no se analizan las posibles causas de defectos, ni se proponen acciones correctivas a problemas que aparecen en los diversos productos.

Los operarios con años de experiencia en los procesos son los mejores maestros de identificación y solución de problemas, después de hablar con ellos concluimos que algunos de los defectos en la calidad de los productos con las posibles causas que se presentan en la empresa son:

❖ **Puntos negros:** Esto se origina por que no se purga la máquina después de utilizar pigmentos en procesos anteriores, por impurezas generadas por degradación del polímero y desgaste del husillo, mesas oxidadas o con desprendimiento de pinturas, retales contaminados, guantes que sueltan pelusas y falta de limpieza a los moldes.

❖ **Piel de naranja:** Incompatibilidad del material.

❖ **Parte con rebabas:** Dosificación excesiva. Temperatura y presión muy alta, tiempo de inyección muy largo y temperatura de molde muy alta.

❖ **Líneas de unión no uniformes:** Insuficiente respiración en la zona de unión de los flujos encontrados, velocidad de llenado no uniforme y flujo no adecuado del material por los canales o la cavidad.

El acabado de los productos especialmente en los goteros no es agradable a la vista, ni al tacto ya que en ocasiones cuando el operario le quita la rebaba con la cuchilla al producto no lo realiza de manera uniforme, generando bordes punzantes lo que impide que el gotero se pare sin ladearse.

Así mismo ocurre en el acabado de algunas tapas en las cuales se presenta rebaba por dentro, pero esto es originado por los cambios de temperaturas que el operario realiza en la máquina.

3.3. ACCIONES DE MEJORAMIENTO

Se elaboraron las fichas técnicas de los productos, se identifico dentro de esta:

❖ El código del molde, sirve de guía para identificar el molde con el cual se produce el producto.

❖ Máquina, nos indica el nombre y el número de la máquina donde se debe montar el molde y producir el producto. Se identifica con la inicial de la máquina y el número consecutivo. Para las sopladoras con la letra S y para las inyectoras con la letra I.

❖ Las especificaciones en dimensiones de la herramienta, nos indica las medidas en milímetros para la boquilla, el macho y el soplador en el momento de alistar la máquina; es necesario tener en cuenta que en las máquinas de soplado se utiliza: la boquilla, el macho y el soplador; mientras que para la máquina inyectora solo aplica la boquilla.

❖ Las especificaciones en temperatura de la máquina, identificando en cada zona los grados centígrados que debe tener la máquina en el alistamiento y en el momento de operarla.

❖ Código del material, identifica el código de inventario utilizado dentro de la empresa para la materia prima que se utiliza en cada producto.

❖ Formulación, nos indica la cantidad en porcentajes de la materia prima utilizada para la fabricación de cada producto, además debe incluir el código del material.

- ❖ Máquina mezcladora, indica el tiempo de duración en minutos que se debe mezclar el material.
- ❖ Especificaciones del producto, se indica los valores que corresponden al peso, retal, ciclo, unidades por hora del producto.
- ❖ Observaciones, se indica alguna nota adicional que se debe tener en cuenta en la fabricación del producto.
- ❖ Los parámetros, corresponden a las dimensiones que se deben controlar en cada uno de los productos, las tolerancias se realizaron analizando el grafico de control, primero se obtuvo el promedio (línea central) y la desviación estándar de los datos obtenidos, se graficaron los limites superior e inferior teniendo en cuenta esta desviación, luego se definieron los límites tecnológicos verificando que dicho valor no estuviera por fuera de los límites superior e inferior y que además agrupara un gran número de los puntos en el gráfico de control, para así establecer las tolerancias dentro de la ficha técnica, con la cual se debe controlar el producto terminado.
- ❖ Dibujo, se ilustra en el plano el producto definiendo claramente las medidas con sus respectivos acotamientos.

Ver Anexo 1. Ficha técnica – gotero de 25 cc

Ver Anexo 2. Ficha técnica – gotero de 15 cc

Ver Anexo 3. Ficha técnica – tapa gotero de seguridad de 12 mm

Ver Anexo 4. Ficha técnica – pitorro

Ver Anexo 5. Plano gotero 25 cc

Ver Anexo 6. Plano gotero 15 cc

4. CONCLUSIONES

Después de analizar la situación de la empresa Otorgo Ltda., de los procesos de inyección y soplado se concluyo que los parámetros del proceso, objeto de estudio, deberían definirse para los productos de mayor rotación como son el gotero de 15 cc, gotero de 25 cc, tapa gotero de seguridad 12 mm y el pitorro; afín de poder mejorar los aspectos de calidad que se encuentran por fuera de los límites tecnológicos.

El diámetro exterior de la rosca, el diámetro de raíz de la rosca, la altura del filete, el diámetro interior del gotero, la altura del cuello, el paso de sus roscas, la altura total del gotero, en la rebaba desprendida en los goteros; se encuentran por fuera de los límites tecnológicos; debido a la falta de control en los parámetros dentro del proceso.

Los aspectos visuales de mayor incidencia en la calidad del producto son los puntos negros, la piel de naranja, las partes con rebaba, las líneas de unión no uniformes; se indica la solución para que el producto terminado este en óptimas condiciones para ser entregado al cliente.

5. RECOMENDACIONES

Capacitar a los operarios a nivel general en los procesos de soplado e inyección y en materiales poliméricos, para que vean cuales son las variables que puedan afectar al producto final, estos parámetros se encuentran definidos en las fichas técnicas y deben estar al alcance de todo el personal de la planta.

A continuación relacionamos las posibles soluciones a los problemas de los procesos de soplado e inyección encontrada en los productos:

❖ **Puntos negros:** Purgar el husillo, reducir la temperatura de proceso, limpiar el husillo manualmente.

Al pasar las rebabas por el molino, la molienda no es uniforme es decir algunas partes quedan más grandes que las otras, las más pequeñas se le llama virutas, estas al ser colocarlas en la máquina se queman más rápido que las partes grandes generando los puntos negros. Para esta caso sugerimos se utilice la malla No. 8 para separar la viruta.

❖ **Piel de naranja:** Disminuir la temperatura de proceso, incrementar la temperatura del molde y cambiar el concentrado de color.

❖ **Parte con rebabas:** Dosificar menos material, disminuir la temperatura, la presión, el tiempo y la temperatura del molde.

❖ **Líneas de unión:** Incrementar la temperatura, la presión, la velocidad de inyección, modificar la respiración del material en el molde y modificar la compuerta para uniformar el flujo.

Es necesario que las máquinas estén en buenas condiciones y correctamente calibradas, para esto es necesario que la empresa comience a realizar un mantenimiento preventivo para evitar paradas y sus posibles repercusiones en la calidad de los productos. Así mismo se debe realizar un mantenimiento preventivo a los moldes por lo que se recomienda utilizar un tratamiento semipulido, usar técnicas de venteo para asegurar un excelente copiado de la superficie y emplear en la fabricación de los moldes materiales como dura aluminio que aseguren excelente transparencia de calor.

Es conveniente que se cree un departamento de calidad, donde se cuente con el personal y las herramientas adecuadas para revisar y controlar los parámetros de los productos, teniendo como fuente la información suministrada en las fichas técnicas y así poder decidir si estos productos cumplen con las especificaciones.

Es favorable también crear un departamento técnico, encargado de definir los parámetros de procesamiento, el registro de la información tecnológica, el diseño y el desarrollo de nuevos productos, que coordine el mantenimiento de máquinas, moldes y equipos y analizar su reposición.

Para que no exista variación en las dimensiones del producto es necesario adquirir un medidor de temperatura, ya que este nos permite verificar y controlar que siempre se maneje la misma temperatura en el molde.

Perfeccionar la refrigeración del molde, creando circuitos independientes para el cuello, el cuerpo y el fondo; de tal forma que permita enfriar diferencialmente estas tres zonas. Para cumplir con el propósito anterior se requiere la construcción de moldes nuevos.

Mejorar los sistemas de control de temperatura de el parison, implementando sistemas PID*, que garanticen una temperatura más homogénea en el proceso.

Implementar sistemas de control de temperaturas de molde, que permita establecer indirectamente la velocidad de enfriamiento.

* Sistemas de control integrales derivativos de la señal de temperatura.

BIBLIOGRAFIA

BRYCE DOUGLAS, M. Plastic injection molding: manufacturing process fundamentals. Dearborn. Society of Manufacturing Engineers. New York: Rapra Market Report, 1996. 320 p.

FLORY, PJ; Orwoll, RA. Statistical Thermodynamics of Chain Molecule Liquids. I. An Equation of State for Normal Paraffin Hydrocarbons. New York: Rapra Market Report ,1964. 125 p.

FRENKLER, D.; ZAWISTOWSKI, H. Hot Runners in Injection Moulds. Shawbury, Shrewsbury, Shropshire: Rapra Technology, 2001. 120 p.

JOHANNABER, Friedrich. Injection molding machines: a user's guide. Múnich: Hanser, 1994. 230 p.

KUMAR, Anil; GUPTA, Rakesh K. Fundamentals of polymer engineering. New York: Marcel Dekker, 2003. 136 p.

MORTON JONES, D.H. Procesamiento de plásticos: Inyección, moldeo y PVC. México: Limusa, 1999. 145 p.

OTERO JARAMILLO, Juan Carlos; LOZANO HURTADO, Fabio. Conceptos fundamentales de materiales poliméricos. Cali, 2006.182 p.

PLATT, David K. Engineering and High Performance Plastics. Shawbury, Shrewsbury, Shropshire: Rapra Market Report, 2003. 211 p.

REES, Herbert. Understanding Injection Molding Technology. Múnich: Hanser Gardner, 1994. 310 p.

SÁNCHEZ VALDÉS, Saúl; RODRIGUEZ FERNANDEZ, Oliverio S.; YÁÑEZ FLORES, Isaura G. Moldeo por inyección de termoplásticos. México: Limusa, 2003. 420 p.

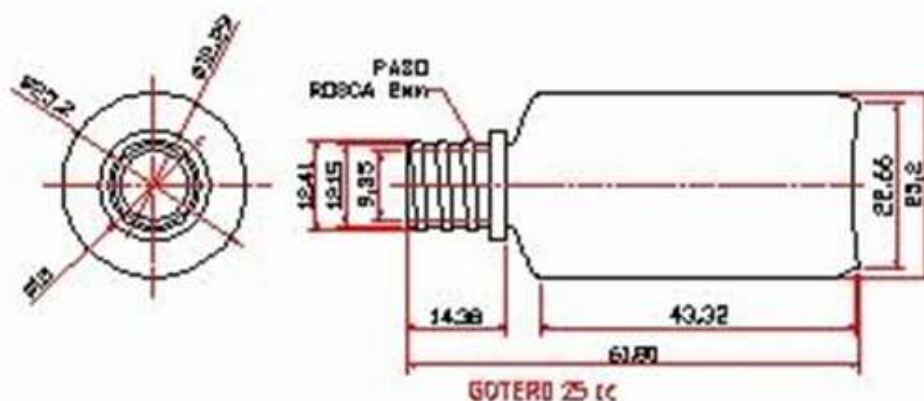
SCHULTZ, Jerold M. Polymer Crystalization, The development of Crystalline Order in Thermoplastic Polymers. New York: Oxford University Press, 2001. 245 p.

ANEXOS

Anexo 1. Ficha técnica gotero 25 CC seguridad

OTORGO _{LTD A}	Ficha técnica gotero 25 CC seguridad	Página 1 de 2
		Código: FT-GC-001
		Versión: 1
		Fecha: 31/01/2007

CÓDIGO MOLDE	S-06B	CÓDIGO - MATERIAL			
MÁQUINA	S3	1 01 100 - Polietileno de baja densidad (Transparente)			
Especificaciones Herramental:					
Boquilla	8 mm	FORMULACIÓN			
Macho	5.5 mm	Código: 1 01 100 – 30% Material original			
Soplador	11.6 mm	Código: 3 01 101 – 70% Molido original			
		Código: 1 Cucharada de estearato de zinc			
Especificaciones Máquina:					
Temperatura Zona 1	90 °C	Máquina mezcladora:			
Temperatura Zona 2	150 °C	Se deja aproximadamente de 7 a 8 minutos			
Temperatura Zona 3	160 °C				
Temperatura Zona 4	-----	Especificaciones Producto:			
Temperatura Zona 5	-----	Peso	3.8 gr		
Temperatura Zona 6	-----	Retal	5.0 gr		
Temperatura Zona 7	-----	Ciclo (seg/ud.)	7.68		
Temperatura Zona 8	-----	Ud./ Hora	460		
OBSERVACIONES: LA MÁQUINA SE DEBE COLOCAR INICIALMENTE A UNA TEMPERATURA DE 160 °C EN LA ZONA 2 Y A UNA TEMPERATURA DE 170 °C EN LA ZONA 3 DURANTE UNA HORA, DESPUÉS DE ESTE TIEMPO SE TRABAJARÁ NORMALMENTE COMO LO INDICA LA TABLA.					



Parámetros Envase	Valor Medio	Tol.	Método
Altura Total (mm)	61.80	± 0.05	Calibrador Digital
Altura Cuello (mm)	14.38	± 0.07	Calibrador Digital
Diámetro ext rosca (mm)	12.41	± 0.10	Calibrador Digital
Diámetro int. Gotero (mm)	9.32	± 0.05	Calibrador Digital
Diámetro de raíz rosca (mm)	12.15	± 0.03	Calibrador Digital
Altura del filete (mm)	0.13	± 0.05	Calibrador Digital
Paso (galga)	2	± 0.02	Calibrador Digital
Peso (g)	4.2	$\pm .01$	Balanza Digital
Material	Polietileno de baja densidad		
Colores Disponibles	Blanco - Transparente		

Revisado:

Paola Andrea Orjuela
Estudiante en práctica

Aprobado:

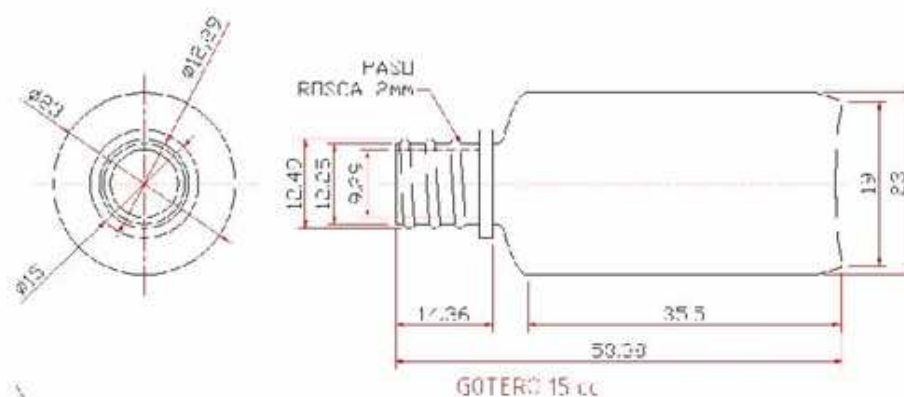
Sandra Inés Orrego Jiménez
Gerente Operativa

Anexo 2. Ficha técnica gotero 15 CC seguridad

OTORGO LTDA	Ficha técnica gotero 15 CC seguridad	Página 1 de 2
		Código: FT-GC-002
		Versión: 0
		Fecha: 31/01/2007

+		I				
CÓDIGO MOLDE	S-02		CÓDIGO - MATERIAL			
MÁQUINA	S1		1 01 100 - Polietileno de baja densidad (Transparente) - Polifen 640			
Especificaciones Herramental:						
Boquilla	8 mm		FORMULACIÓN			
Macho	7 mm		Código: 1 01 100 – 30% Material original			
Soplador	9.2 mm		Código: 3 01 101 – 70% Molido original			
			Código: – 0.5% Estearato de zinc			
Especificaciones Máquina:						
Temperatura Zona 1	150 °C		Máquina mezcladora:			
Temperatura Zona 2	160 °C		Se deja aproximadamente de 7 a 8 minutos			
Temperatura Zona 3	-----					
Temperatura Zona 4	-----		Especificaciones Producto:			
Temperatura Zona 5	-----		Peso	3.0 gr		
Temperatura Zona 6	-----		Retal	4.43 gr		
Temperatura Zona 7	-----		Ciclo (seg/ud.)	10.82		
Temperatura Zona 8	-----		Ud./ Hora	300		
OBSERVACIONES:						

□



Parámetros Envase	Valor Medio	Tol.	Método
Altura Total (mm)	52.38	+ 0.15	Calibrador Digital
Altura del filete (mm)	0.62	+ 0.08	Calibrador Digital
Diámetro ext. rosca (mm)	12.49	+ 0.08	Calibrador Digital
Diámetro de raíz rosca (mm)	12.25	+ 0.04	Calibrador Digital
Diámetro interior gotero (mm)	9.29	+ 0.10	Calibrador Digital
Altura del cuello (mm)	14.36	+ 0.10	Balanza Digital
Paso (mm)	2.44	+ 0.05	Calibrador Digital
Peso (gr)	3.00	+ 0.10	Balanza Digital
Material	Poliétileno de baja densidad		
Colores Disponibles	Blanco - Transparente		

Revisado:

Paola Andrea Orjuela
Estudiante en práctica

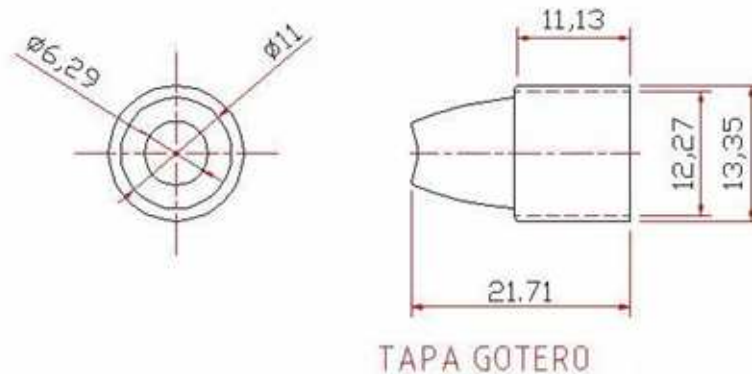
Aprobado:

Sandra Inés Orrego Jiménez
Gerente Operativa

Anexo 3. Ficha técnica tapa gotero seguridad 12 mm

	Ficha técnica tapa gotero seguridad 12 mm	Página 1 de 2
		Código: FT-GC-003
		Versión: 0
		Fecha: 31/01/2007

CÓDIGO MOLDE	OT89	CÓDIGO - MATERIAL			
MÁQUINA	I3	1 01 100	Polietileno de baja densidad (Transparente) - Polifen 640		
		1 02 205	Polietileno de alta densidad - LG		
Especificaciones Herramental:		5 02 002	Masterbach		
Boquilla	3.5 mm	FORMULACIÓN			
Macho	No Aplica	Código: 1 01 100	50% Material original		
Soplador	No Aplica	1 02 205	50% Material original		
		5 02 002	0.01% Masterbach		
Especificaciones Máquina:					
Temperatura Zona 1	155 °C	Máquina mezcladora:			
Temperatura Zona 2	255 °C	Se deja aproximadamente de 7 a 8 minutos			
Temperatura Zona 3	-----				
Temperatura Zona 4	-----	Especificaciones Producto:			
Temperatura Zona 5	-----	Peso	1.0 gr		
Temperatura Zona 6	-----	Retal	4.2 gr		
Temperatura Zona 7	-----	Ciclo (seg/ud.)	30 sg		
Temperatura Zona 8	-----	Ud./ Hora	720		
OBSERVACIONES:					



Parámetros Tapa de seguridad	Valor Medio	Tol	Método
Altura Total (mm)	21.71	± 0.20	Calibrador Digital
Diámetro interior (mm)	12.27	± 0.20	Calibrador Digital
Diámetro de raíz (mm)	13.35	± 0.20	Calibrador Digital
Altura del filete (mm)	0.54	± 0.20	Calibrador Digital
Altura zona grafiado (mm)	11.43	± 0.16	Calibrador Digital
Paso (mm)	2.06	± 0.15	Calibrador Digital
Peso (gr)	1.0	± 0.03	Balanza Digital
Material	Polietileno alta - Polietileno baja		
Colores Disponibles	Blanca		



Revisado:

Paola Andrea Orjuela
Estudiante en práctica

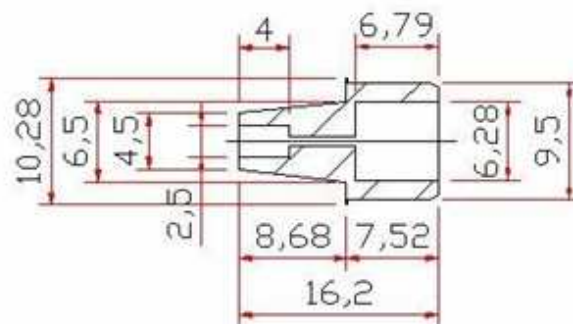
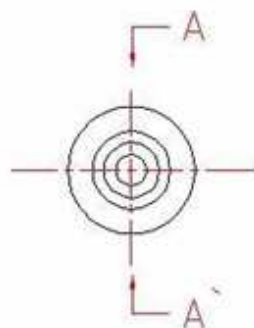
Aprobado:

Sandra Inés Orrego Jiménez
Gerente Operativa

Anexo 4. Ficha técnica pitorro

OTORGO LTD.A	Ficha técnica pitorro	Página 1 de 2
		Código: FT-GC-004
		Versión: 0
		Fecha: 31/01/2007

+		I			
CÓDIGO MOLDE	P101		CÓDIGO - MATERIAL		
MÁQUINA	I2		1 01 100 - Polietileno de baja densidad (Transparente) - Polifen 640		
Especificaciones Herramental:					
Boquilla	3.5 mm		FORMULACIÓN		
Macho	No Aplica		Código: 1 01 100 – 100% Material original		
Soplador	No Aplica				
Especificaciones Máquina:					
Temperatura Zona 1	150 °C		Máquina mezcladora:		
Temperatura Zona 2	160 °C		No tiene mezcla		
Temperatura Zona 3	-----				
Temperatura Zona 4	-----		Especificaciones Producto:		
Temperatura Zona 5	-----		Peso	0.49 gr	
Temperatura Zona 6	-----		Retal	3.6 gr	
Temperatura Zona 7	-----		Ciclo (seg/ud.)	20	
Temperatura Zona 8	-----		Ud./ Hora	2880	
OBSERVACIONES:		TIEMPO DE INYECCION: 8 segundos; TIEMPO DE ENFRIAMIENTO: 36 segundos			



CORTE A' - A'

Parámetros Tapón pitorro	Valor Medio	Tol	Método
Altura Total (mm)	16.62	± 0.10	Calibrador Digital
Diámetro exterior (mm)	9.25	± 0.10	Calibrador Digital
Altura del pico (mm)	8.68	± 0.20	Calibrador Digital
Peso (gr)	0.49	± 0.10	Balanza Digital
Material	Poliétileno de baja densidad		
Colores Disponibles	Transparente		

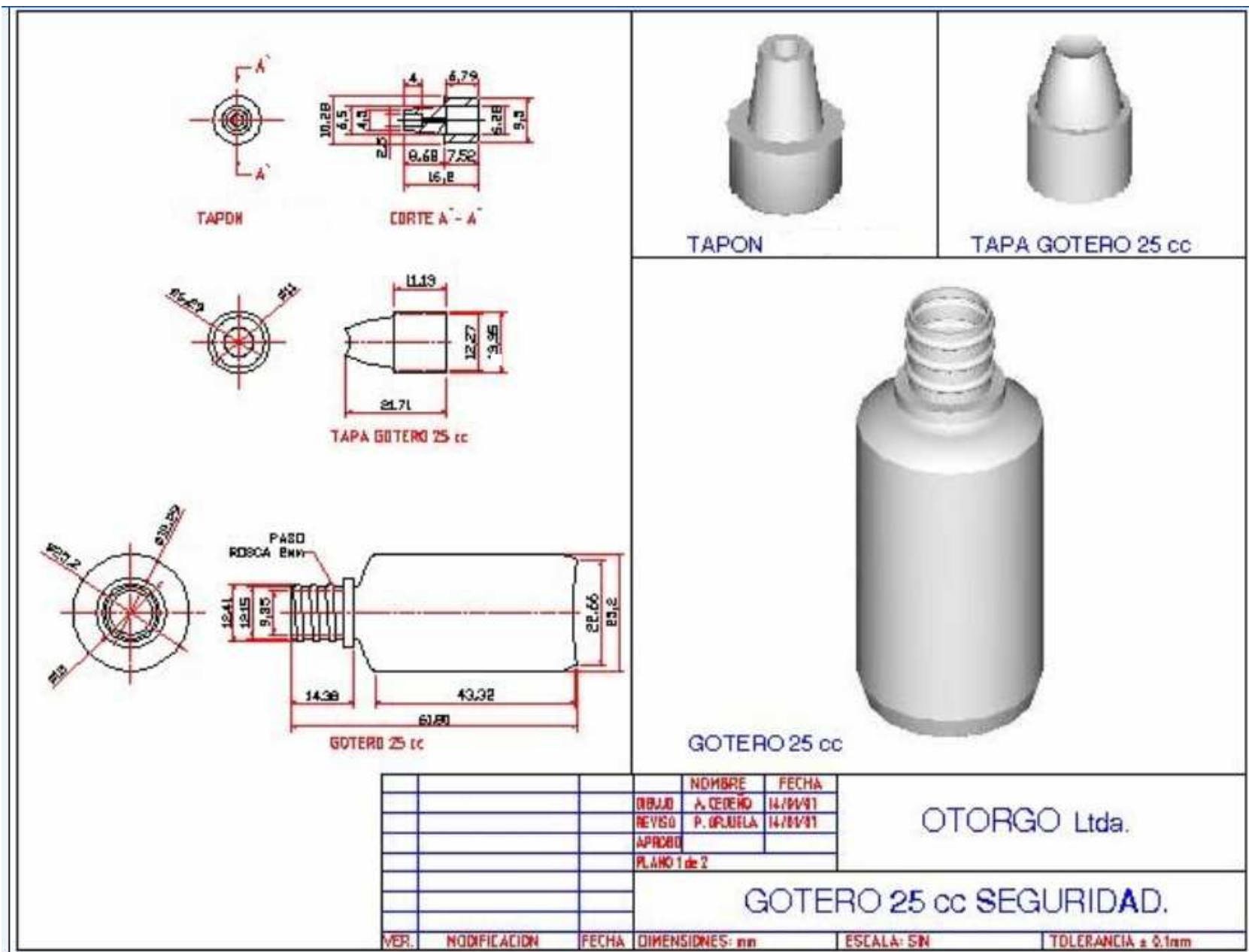
Revisado:

Paola Andrea Orjuela
Estudiante en práctica

Aprobado:

Sandra Inés Orrego Jiménez
Gerente Operativa

Anexo 5. Plano gotero 25 cc



Anexo 6. Plano gotero 15 cc

